

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS**

**BIOLÓGICAS**



**TESIS**

**Algas como parte del perifitón en los cuerpos de agua en el distrito**

**Canchaque-Huancabamba-Piura.**

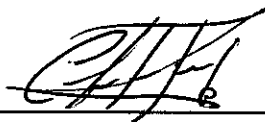
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**BIÓLOGO**

**Br. FIORELLA DEL PILAR YOVERA GÁLVEZ**

**PIURA-PERÚ**

**2016**



Br. FIORELLA DEL PILAR YOVERA GÁLVEZ

EJECUTOR DE TESIS



Blgo. HUMBERTO RIVERA CALLE M Sc

ASESOR DE TESIS



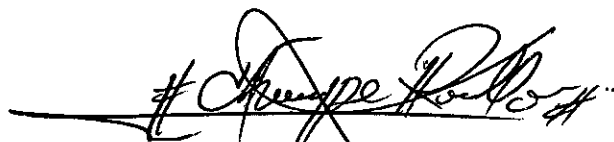
Blgo. JUAN CARLOS LÓPEZ HIDALGO

COASESOR DE TESIS



Blgo RONALD MARCIAL RAMOS M. Sc.

PRESIDENTE DEL JURADO DE TESIS



Blgo. MANUEL CHARCAPE RAVELO Dr.

SECRETARIO DEL JURADO DE TESIS



Blga. MARÍA DEL ROSARIO MONTES TORRES

VOCAL DEL JURADO DE TESIS

## **DEDICATORIA**

La presente investigación esta dedicado en primer lugar a Dios que me ha dado la fortaleza, paciencia y la vida para concluir con este trabajo.

A mis padres Imelda y Faustino quienes me han brindado su apoyo incondicional y consejos que me han ayudado en los momentos difíciles, además del inmenso amor que me brindan día a día, el apoyo moral y espiritual, que me alentaron a culminar este trabajo. A mis hermanas Shirley y Libia quienes con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante y cumpla con mis metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su infinito amor quien siempre está presente en mi vida y no me deja decaer ante las adversidades que hay en el camino.

A mi madre que estuvo pendiente de que no me falte nada en mis salidas de campo, a mi padre y hermana Shirley por la paciencia y comprensión de mis cambios de ánimo durante la redacción del informe.

A mi asesor Blgo. Humberto Rivera Calle M.Sc. por su amistad y consejos, el apoyo en las salidas de campo y por enseñarme el impresionante mundo de las algas.

Al Blgo. Juan Carlos López Hidalgo que es una persona muy importante en mi vida que siempre ha estado apoyándome incondicionalmente durante toda la ejecución de este proyecto como en el análisis de las muestras, por compartir sus conocimientos y motivarme a seguir aprendiendo más del mundo de las algas, además por la paciencia y comprensión que me brinda.

A mis amigos Thelia Céspedes, Mirko Ancajima que me acompañaron desde el principio, en los muestreos que con su alegría hicieron que esas caminatas sean amenas, a Rosa Saavedra y Hugo Yucra por su apoyo en la determinación de algunas especies, así como a todos aquellos que directa o indirectamente fueron partícipes de este proyecto.

Al Proyecto “Evaluación Socio-Económico y Biodiversidad del Distrito de Canchaque-Huancabamba -Piura”, por su apoyo incondicional durante la realización de este trabajo.

A los pobladores del distrito de Canchaque quienes nos proporcionaron su conocimiento del área, amistad. En especial a Mercedes García y Gregorio Carrasco por acogernos y brindarnos su alegría, cariño y humildad hacia todos los integrantes del proyecto.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Material y Métodos.....</b>	<b>5</b>
2.1.	Área de estudio.....	5
2.2.	Estaciones de muestreo.....	5
2.3.	Recolección de muestras.....	7
2.3.1.	Recolección.....	7
2.4.	Tratamiento y análisis de muestras.....	7
2.4.1.	Limpieza de las diatomeas.....	7
2.4.2.	Montaje de muestras.....	7
2.5.	Análisis cualitativo.....	8
2.6.	Índice diatómico general (IDG).....	9
2.7.	Procesamiento de datos.....	10
<b>III.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>11</b>
3.1.	Riqueza de especies.....	11
3.2.	Relación entre el número de especies con los parámetros físico químicos.....	22
3.3.	Taxonomía de las algas como parte del perifiton.....	27
3.4.	Descripción de las especies.....	37
3.4.1.	División Cyanophyta.....	37
3.4.2.	División Chlorophyta.....	42
3.4.3.	División Euglenophyta.....	56
3.4.4.	División Bacillariophyta.....	58
3.5.	Índice diatómico general.....	91
<b>IV.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>92</b>
<b>V.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>98</b>

<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>99</b>
<b>VII. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Coordenadas de las estaciones de muestreo en el distrito de Canchaque, Febrero- Agosto 2015.....	6
<b>Cuadro 2:</b> Clasificación de la calidad del agua, según el índice diatómico general.....	9
<b>Cuadro 3:</b> Riqueza de algas como parte del perifiton en las Zonas de muestreo.....	11
<b>Cuadro 4:</b> Especies de algas como parte del perifiton por zona y estaciones de muestreo .....	14
<b>Cuadro 5:</b> Número de especies de algas como parte del perifiton, por familia y zonas de muestreo.....	21
<b>Cuadro 6:</b> Número de especies, temperatura y pH por estaciones de muestreo.....	23
<b>Cuadro 7:</b> Valores del índice diatómico general (IDG) obtenidos en los cuerpos de agua del distrito de Canchaque.....	91
<b>Cuadro 8:</b> Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Canchaque.....	134
<b>Cuadro 9:</b> Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Maraypampa.....	135
<b>Cuadro 10:</b> Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Coyona.....	136
<b>Cuadro 11:</b> Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona los Ranchos.....	137

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación de Canchaque y estaciones de muestreo denominados E1 (Estación 1- Canchaque), E2 (Estación 2- Maraypampa), E3 (Estación 3-Coyona) y E4 (Estación 4- Los Ranchos).....	5
<b>Figura 2:</b> Composición de las algas como parte del perifiton encontrado en las cuatro zonas del Distrito Canchaque en la provincia de Huancabamba.....	12
<b>Figura 3:</b> Número de especies de algas como parte de perifiton, por división en las estaciones de muestreo del distrito Canchaque.....	19
<b>Figura 4:</b> Número de especies de algas como parte del perifiton por familia de las cuatro divisiones en el distrito de Canchaque.....	22
<b>Figura 5:</b> Temperatura del agua en las zonas de muestreo por estación en el distrito de Canchaque .....	26
<b>Figura 6:</b> pH en cada zona de muestreo por estación en el distrito de Canchaque.....	26
<b>Figura 7:</b> Correlación entre el número de especies de algas como parte del perifiton con respecto a la temperatura de los cuerpos de agua muestreados en el distrito de Canchaque.....	27
<b>Figura 8:</b> Correlación entre el número de especies de algas como parte del perifiton con respecto al pH de los cuerpos de agua muestreados en el distrito de Canchaque.....	28
<b>Figura 9;</b> A y B: <i>Chroococcus turgidus</i> ; C: <i>Chroococcus</i> sp.; D: <i>Merismopedia</i> sp.; E: <i>Eucapsis</i> sp.; F: <i>Asterocapsa</i> sp. ....	109
<b>Figura 10;</b> A y B: <i>Oscillatoria princeps</i> ; C y D: <i>Oscillatoria</i> sp.; E y F: <i>Lyngbya</i> sp.; G: <i>Spirulina</i> sp. ....	110
<b>Figura 11;</b> A: <i>Microcoleus</i> cf. <i>autumnalis</i> ; B: <i>Anabaena</i> sp.; C: <i>Nostoc</i> sp.; D: <i>Pseudanabaena</i> sp. ....	111



<b>Figura 12;</b> A y B: <i>Eudorina elegans</i> ; C: <i>Pandorina morum</i> ; D: <i>Chlamydomonas</i> sp. ....	112
<b>Figura 13;</b> A y B: <i>Cladophora</i> sp.; C: <i>Oedogonium</i> sp.; D: <i>Pediastrum tetras</i> ; E: <i>Staurostrum</i> sp.; F y G: <i>Coelastrum proboscideum</i> .....	113
<b>Figura 14;</b> A: <i>Desmodesmus abundans</i> ; B: <i>Scenedesmus acuminatus</i> ; C: <i>Scenedesmus dimorphus</i> ; D y E: <i>Desmodesmus brasiliensis</i> ; F: <i>Ankistrodesmus falcatus</i> ...	114
<b>Figura 15;</b> A: <i>Mougeotia</i> sp.; B: <i>Zygnema</i> sp.; C: <i>Spirogyra</i> sp; D: <i>Closterium kuetzingii</i> ; E: <i>Closterium lunula</i> ; F: <i>Closterium</i> sp. ....	115
<b>Figura 16;</b> A: <i>Cosmarium botrytis</i> ; B: <i>Cosmarium contractum</i> ; C: <i>Cosmarium margaritatum</i> ; D: <i>Cosmarium nymannianum</i> ; E: <i>Cosmarium pachydermum</i> ; F: <i>Cosmarium subspiciosum</i> .....	116
<b>Figura 17;</b> A: <i>Micrasterias truncata</i> var. <i>pusilla</i> ; B: <i>Micrasterias laticeps</i> var. <i>laticeps</i> ; C: <i>Desmidium aptogonum</i> , vista frontal, cinco individuos en cadena; D: <i>Desmidium aptogonum</i> vista superior; F: <i>Netrium</i> sp.....	117
<b>Figura 18;</b> <i>Euglena oxyuris</i> ; B: <i>Euglena</i> sp.; C: <i>Phacus</i> sp.; D: <i>Phacus pleuronectes</i> ; E: <i>Lepocinclis</i> sp.; F: <i>Trachelomonas hispida</i> .....	118
<b>Figura 19;</b> A: <i>Cyclotella meneghiniana</i> , vista valvar; B: <i>Cyclotella</i> sp.; C: <i>Melosira varians</i> ; D: <i>Pleurosira laevis</i> en vista valvar; D: <i>P. laevis</i> en vista valvar, presencia de dos rimoportulas rodeadas de una pequeña área hialina y dos ocelos posicionados uno frente al otro; E: <i>P. laevis</i> en vista cingular; F: <i>P. laevis</i> , individuos formando cadenas; G: <i>Terpsinoe musica</i> en vista valvar; H: <i>T. musica</i> en vista cingular.....	119
<b>Figura 20;</b> A: <i>Eunotia didyma</i> var. <i>claviculata</i> ,vista valvar; B: <i>Eunotia didyma</i> , vista valvar; C: <i>Eunotia</i> sp., vista valvar; D: <i>Eunotia</i> sp., vista cingular; E: <i>Frustulia rhomboides</i> , vista valvar.....	120

<b>Figura 21;</b> A y B: <i>Stauroneis</i> sp., vista valvar; C: <i>Navicula geronimensis</i> , vista valvar; D: <i>Navicula</i> sp., vista valvar; E: <i>Navicula subrhynchocephala</i> , vista valvar; F: <i>Navicula symmetrica</i> .....	121
<b>Figura 22;</b> A: <i>Gyrosigma</i> sp., vista valvar; B: <i>Gyrosigma</i> sp., estrías horizontales y paralelas al rafe; C: <i>Pleurosigma</i> sp., en vista valvar; D: <i>Pleurosigma</i> sp., estrías oblicuas al rafe.....	122
<b>Figura 23;</b> A: <i>Pinnularia major</i> , vista valvar; B: <i>Pinnularia microstauron</i> , vista valvar; C: <i>Pinnularia viridis</i> , vista valvar; D: <i>Amphipleura lindheimeri</i> , vista valvar; E: <i>Diploneis elliptica</i> , vista valvar.; F: <i>Luticola mutica</i> , vista valvar; G: <i>Geissleria decussis</i> , vista valvar.....	123
<b>Figura 24;</b> A: <i>Cymbella affinis</i> , vista valvar; B: <i>Cymbella cistula</i> , vista valvar; C: <i>Cymbella tumida</i> , vista valvar; D: <i>Amphora</i> sp, vista cingular.; E: <i>Encyonema minutum</i> , vista valvar; F: <i>Encyonema</i> cf. <i>latum</i> , vista valva.....	124
<b>Figura 25;</b> A: <i>Gomphonema gracile</i> , vista valvar; B: <i>Gomphonema subclavatum</i> , vista valvar; C: <i>Gomphonema parvulum</i> , vista valvar.....	125
<b>Figura 26;</b> A: <i>Epithemia sorex</i> , vista valvar; B: <i>E. sorex</i> , vista cingular; C: <i>Reimeria sinuata</i> ; D: <i>Rhopalodia gibba</i> , vista valvar; E: <i>R. gibba</i> , vista cingular; F: <i>Rhopalodia gibberula</i> ; G: <i>R. gibberula</i> en vista cingular o conectival.....	126
<b>Figura 27;</b> A: <i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> , en vista valvar; B: <i>Surirella</i> cf. <i>brightwellii</i> , en vista valvar; C: <i>Surirella</i> cf. <i>brightwellii</i> , vista cingular; D: <i>Sellaphora pupula</i> ; E: <i>Nitzschia linearis</i> en vista valvar; F: <i>Nitzschia sigma</i> , en vista cingular; G: <i>Nitzschia</i> sp., en vista valvar; H: <i>Nitzschia reversa</i> , en vista valvar; I: <i>Nitzschia sigmoidea</i> , en vista cingular.....	127

- Figura 28;** A: *Hantzschia amphioxys*, en vista valvar; B: *Tryblionella* sp.; en vista valvar; C: *Bacillaria paxilifera*; D: *Fragilaria capucina* en vista valvar; E: *Fragilaria vaucheriae* en vista valvar; F: *Fragilaria* sp., individuos formando cadena....128
- Figura 29;** A: *Synedra goulardii*, en vista valvar; B: *Synedra* sp., en vista valvar; C: *Hannaea arcus*, en vista valvar; D: *Ulnaria ulna*, en vista valvar; E: *U. ulna*, en vista cingular; F: *U. ulna*, una rimoportula en el ápice de la valva.....129
- Figura 30;** A *Achnanthes inflata* en vista valvar, fascia central y rafe en una valva (epivalva); B: *A. inflata*, valva sin rafe (hipovalva), ausencia de fascia central, estrías punteadas; C: *A. inflata*, vista cingular, trilobuladas, formando cadenas; D: *Achnanthidium minutissimum*, vista valvar, estrías casi imperceptibles; E: *A. minutissimum*, vista cingular, formando cadenas.....130
- Figura 31;** A: *Cocconeis placentula*, vista valvar con rafe filiforme; B: *C. placentula*, epivalva con ramas proximales del rafe y presencia de nódulo central; D: *C. placentula*, hipovalva carece de rafe; E: *Rhoincosphenia curvata*, vista cingular; F: *Planothidium lanceolatum*, vista valvar.....131
- Figura 32;** A: Material usado en la recolección de muestra; B: Toma de muestra; C: Obtención del sustrato de donde se obtuvo la muestra; D: Toma de los parámetros físico químico; E: Integrantes del Proyecto Evaluación Socio-Económica y biodiversidad del distrito de Canchaque – Huancabamba – Piura.....132
- Figura 33;** A: Eliminación del preservante mediante centrifugado; B: Limpieza de diatomeas; C: Eliminación del Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y Ácido Clorhídrico (HCl); D: Medio de montaje Zrax; E: Fijación de la muestra; F: Muestra montada.....133

## **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue determinar que algas están presentes, como parte del perifiton, en el distrito de Canchaque. Se establecieron cuatro zonas, con seis estaciones por cada una de ellas, realizando siete muestreos entre Febrero-Agosto 2015. Las muestras se obtuvieron mediante cepillados, utilizando un cepillo de dientes, en piedras sumergidas, cubriendo un área de 100 cm<sup>2</sup> y se preservaron con formalina al 4 %. Se tomaron parámetros de temperatura del agua y pH. Para estimar la relación entre el numero total de especies con cada uno de los parámetros se realizo una correlacion de Spearman y Pearson. Con el interés de conocer el estado en que se encuentran los cuerpos de agua de este distrito, se aplico el Índice Diatómico General. Se encontraron 107 especies de algas como parte del perifiton, agrupadas en 71 Géneros y 4 Divisones, siendo las Bacillariophyta las que presentaron 55 % (59 especies) del total taxas, Chlorophyta 27 % (29 especies), Cyanophyta 12 % (13 especies) y Euglenophyta 6 % (6 especies). La correlación entre el total de las especies de algas como parte del perifiton fué positiva con la temperatura del agua, mientras que no hubo una correlacion con el pH. El índice diatomico general (IDG) indico que en los cuerpos de agua presentan polucion débil, moderada y media, con valores que van desde 3,27 a 4,46.

**Palabras claves:** Correlacion, Índice diatomico general.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to determine which algae are present, as part of the periphyton, in the district of Canchaque. Four zones were established, with six stations for each, performing seven dates between February-August 2015. Samples were obtained by scraping, using a toothbrush, in submerged rocks, covering an area of 100 cm<sup>2</sup> and preserved with formalida 4%. Parameters water temperature and pH were taken. To estimate the relationship between the total numbers of species with each of the parameters, a Spearman and Pearson correlation was performed. In the interest of knowing the state in which the bodies of water in this district are the diatomic General Index was applied. 103 species and 4 varieties of seaweed as part of periphyton, in the district of Canchaque, grouped into 71 genera and 4 Divisones were found, with the Bacillariophytas which showed 55% (59 species) of all taxa, 27% Chlorophyta (29 species ) Cyanphyta 12% (13 species) and Euglenophyta 6% (6 species). The correlation between total algae species as part of periphyton was positva with water temperature, while there was no correlation with pH. The general diatomic index (IDG) indicated that water bodies district Canchaque have weak, moderate and middle pollution, with values ranging from 3.27 to 4.46.

**Keywords:** Correlation, General diatomic index (IDG).

## INTRODUCCIÓN

Canchaque, distrito ubicado en la provincia de Huancabamba, departamento de Piura, altitud de 1 200 m.s.n.m, ubicado entre los 05° 02' 24" latitud sur y 79° 36' 14" longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Municipalidad Provincial de Huancabamba, 2007). En su geografía discurren numerosos cuerpos de agua donde habitan muchos organismos acuáticos, incluidas las algas, las cuales son procariotas o eucariotas, unicelulares o pluricelulares, sin estructuras de conducción, que presentan un amplio rango de tamaños. Estos productores primarios habitan gran variedad de ambientes acuáticos. Algunos conforman el fitoplancton, que es el conjunto de organismos que viven suspendidos en masas de agua y otros el bentos o conjunto de organismos asociados al fondo, plantas u objetos sumergidos (Wetzel, 2001).

Los organismos que crecen adheridos a las superficies han sido llamados "biofilms", bentos y perifiton. Este último término es el que permanece en la actualidad, aunque la terminología varía de acuerdo al substrato de crecimiento de la comunidad (Sladeckova, 1962; Liboriussen, 2003 en Montoya y Aguirre, 2013).

El perifiton está constituido por organismos que crecen sobre piedras, palos, macrófitos acuáticos y otras superficies sumergidas. Este grupo de organismos incluyen a las bacterias, protozoarios, rotíferos y algas fijas, y a los microorganismos libres que nadan, se deslizan o habitan entre las formas fijas. (Rice *et al.*, 2012). Este componente es fundamental en las comunidades bióticas acuáticas, juega un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas, además de su importancia visto desde dos puntos de vista, uno desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y, el otro ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la

calidad del agua, así como procesos de contaminación que puedan estar afectando a los ecosistemas (Montoya y Aguirre, 2013).

El término algas bénticas se adjudica a las algas que forman parte del perifiton, dado que ellas son el componente principal del mismo (Montoya y Aguirre, 2013).

Las algas perifíticas, desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos, dentro de esta dinámica se destaca: La productividad primaria del sistema y alta tasa de reciclaje de nutrientes, es por esto que recientemente son utilizados como indicadores de la calidad del agua ya que, al vivir pegados al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez *et al.*, 2007); si por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimento, el perifiton tendría poco desarrollo (Stevenson *et al.*, 1996).

Las algas bentónicas están representadas por cianobacterias (Cyanophyta), algas verdes (Chlorophyta), algas rojas (Rhodophyta) y diatomeas (Bacillariophyta), siendo estas últimas las que comprenden la mayoría de las especies de las algas perifíticas (Allan, 1995). Por la cantidad de especies y la diversidad de sus formas de vida, las diatomeas son el principal grupo de algas en los ríos (Sabater, 2008); principalmente por la facilidad que este grupo tiene para formar colonias y adherirse al sustrato (Ramírez y Díaz, 2008). Las Bacillariophyta suelen constituir el 80-90% de la comunidad del perifiton (Rivas *et al.*, 2010).

Uno de los trabajos pioneros en el estudio del perifiton fue el de Moreno (1989) quien estudió la colonización del perifiton sobre sustratos artificiales en tres embalses del oriente antioqueño, encontrando 105 taxones, de los cuales 95 eran algas.

Arcos y Gómez (2006), realizaron estudios en el Humedal de Jaboque en Colombia, registrando 68 especies de microalgas, de las cuales 66 pertenecían a las divisiones

Euglenophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta y Cryptophyta; siendo las diatomeas el grupo más representativo en cuanto a número total de especies encontradas (32,83%), seguido de las Chllorophyta y Euglenophyta (25,37%) con el mismo valor, Cyanophyta (10,45%), y por último las Chrysophyta, Cryptophyta y morfoespecies (5,98 %).

En los cuerpos de agua lénticos y lóticos que conforman el sistema cenagoso de Ayapel en Colombia, se encontraron 250 especies, 14 de las cuales pertenecen a los órdenes Thalassiosirales (1), Cymbellales (4), Achnanthales (2) y Naviculales (7) (Montoya *et al.*, 2012).

En el Río Cesar de Colombia, se determinaron 114 especies de algas perifíticas, los géneros con mayor número de especies fueron Navicula y Nitzschia (9 especies cada género), Cosmarium (7 especies), Pinnularia, Oscillatoria y Fragilaria (6 especies cada género) (De la Parra y Rodelo, 2012).

Segura *et al.* (2012) realizaron un estudio en la cuenca alta del Río Lerma en México, determinando 53 géneros y 178 taxones, los géneros con mayor número de especies fueron Nitzschia (34), Navicula (19), Gomphonema (15) y Pinnularia (11)

Algunos de los estudios realizados en nuestro país son los efectuados por Chacón (2012), quien realizó estudios en la Cuenca Superior del Río Santa en Ancash, identificando 169 especies, destacando la División Bacillariophyta con 132, Chlorophyta (30), Cyanophyta (3) y Euglenophyta (1), en el análisis de fitoplancton; mientras en el análisis de perifiton hubo un dominio en 100% de la División Chlorophyta con las especies *Ulotrix* sp., *Cladophora glomerata*, *Spirogyra communis*, *Stigeoclonium* sp. af. *tenue*.

En el humedal de la laguna de Zacapú en México, se determinaron 127 especies de algas perifíticas, destacando a las diatomeas como las más abundantes (Martínez, 2009); mientras en los humedales de ventanilla, se determinaron 114 especies y 5 variedades las



cuales se distribuyeron en las divisiones: Bacillariophyta (73 especies y 5 variedades), Cyanophyta (20), Chlorophyta (11), Euglenophyta (4), Pyrrhophyta (2), Cryptophyta (1), Prasinophyta (1), Rhodophyta (1), Charophyta (1) (Yucra, 2008).

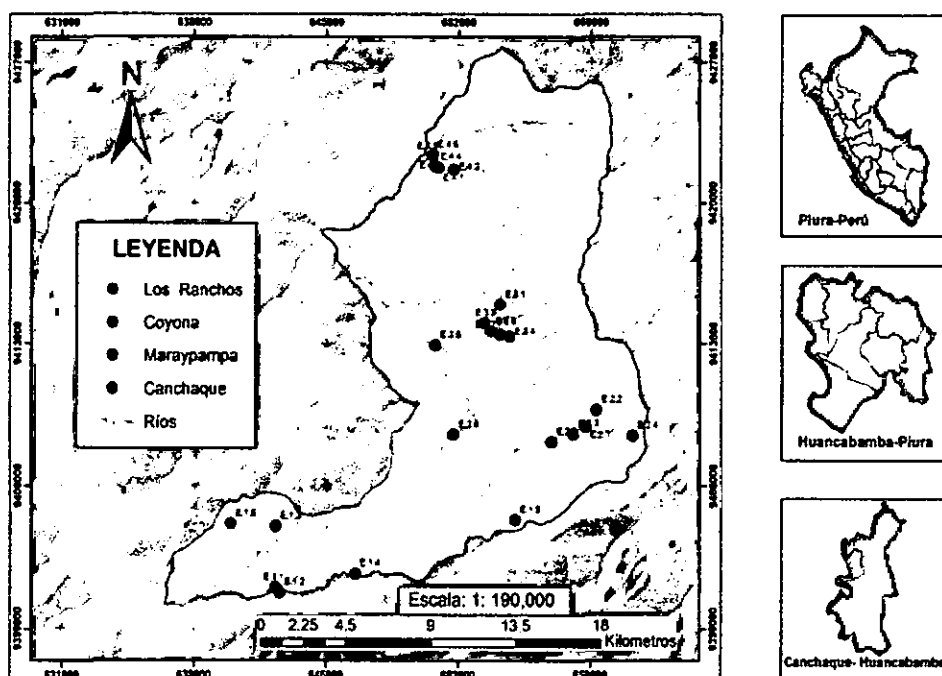
En el distrito de Canchaque, se evaluaron seis cuerpos de agua: “quebrada Puente Fierro”, “Canchaque”, “Río Chigne”, “Río Huarmaca”, “Barrios” y “Río Bigote”, determinando 44 especies; 26 de las cuales fueron diatomeas agrupadas en 22 géneros, 12 especies de dinoflagelados dentro de 10 géneros y 6 Cyanophyta separadas en géneros distintos, siendo el Río Chigne y el Río Bigote las estaciones con mayor número de especies 19 y 16 respectivamente (López *et al.*, 2013).

El objetivo del presente estudio fue determinar las algas presentes como parte del perifiton en los cuerpos de agua del distrito Canchaque.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

**2.1 ÁREA DE ESTUDIO:** Canchaque está situado en el extremo Noroccidental del territorio peruano, al oeste del flanco occidental de la cordillera de los Andes, provincia de Huancabamba, departamento de Piura (fig. 1), altitudes entre 270 y 2 849 m.s.n.m ubicada entre las coordenadas 05° 25' 03.2'' latitud sur, 79° 42' 56.5'' longitud oeste y 05° 20' 59,8" latitud sur; 79° 32' 42,6" longitud oeste del meridiano de Greenwich respectivamente.

**2.2 ESTACIONES DE MUESTREO:** Se determinaron cuatro zonas de muestreo con seis estaciones por cada una de ellas (fig. 1), las zonas están demarcadas según la división geopolítica del distrito, fueron georreferenciadas con un GPS (Global Position Satelital) cuyas coordenadas se señalan en el cuadro 1. Las estaciones se determinaron según la accesibilidad y conocimiento de los guías, proporcionados por la municipalidad, tratando de abarcar la mayoría de cuerpos de agua lóticos (ríos, quebradas) del distrito.



**Figura 1:** Ubicación de Canchaque y estaciones de muestreo denominados E.1 (Estación 1- Canchaque), E2 (Estación 2- Maraypampa), E.3 (Estación 3-Coyona) y E.4 (Estación 4-Los Ranchos).

**Cuadro 1:** Coordenadas de las estaciones de muestreo en el distrito de Canchaque, Febrero-Agosto 2015.

Zona de muestreo	Cuerpos de agua	Estación de muestreo	Coordenadas Geográficas	Altitud m.s.n.m
Canchaque	Río Canchaque	E.1.1	05° 25' 03.2'' S 79° 42' 56.5'' W	270
	Río Canchaque	E.1.2	05° 25' 11'' S 79° 42' 48.7'' W	316
	Quebrada el Ceibo	E.1.3	05° 23' 25.4 S 79° 42' 56.2'' W	367
	Quebrada Canchaque	E.1.4	05° 24' 40.6'' S 79° 40' 38.8'' W	356
	Quebrada Carrisal	E.1.5	05° 23' 14,0" S 79° 36' 04,2" W	1 498
	Quebrada Honda	E.1.6	05° 23' 21.3" S 79°44' 13.4" W	400
Maraypampa	Quebrada Arrollo de Oro	E.2.1	05° 20' 44.0" S, 79° 34' 04.4" W	1 877
	Quebrada el Trigal	E.2.2	05° 20' 18.7" S, 79° 33' 44.8" W	2 055
	Quebrada Grande	E.2.3	05° 20' 57.0" S, 79° 34' 24.9" W	1 756
	Cruz Blanca	E.2.4	05° 20' 59,8" S 79° 32' 42,6" W	2 849
	Quebrada Pusmalca	E.2.5	05° 21' 09,6'' S 79° 35' 02,1'' W	1 560
	Andanjo	E.2.6	05° 20' 58,7" S 79° 37' 50,7" W	1 471
Coyona	Quebrada de Cachupampa	E.3.1	05° 17' 29.3'' S, 79° 36' 31.8'' W	1 519
	Quebrada Coyona	E.3.2	05° 18' 18.7" S, 79° 36' 32.3" W	1 304
	Quebrada los Nenes	E.3.3	05° 17' 60.0" S, 79° 36' 60.0" W	796
	Quebrada Chuturumbe	E.3.4	05° 18' 21.1" S, 79° 36' 15.1" W	1 307
	Quebrada Sinlucate	E.3.5	05° 18' 35,6" S 79° 38' 22,4" W	845
	Quebrada Chuturumbe	E.3.6	05° 18' 12,9" S 79° 36' 51,7" W	1 306
Los Ranchos	Quebrada la Gallega	E.4.1	05° 13' 47,1'' S 79° 38' 17,1'' W	860
	Catarata el Pilar	E.4.2	05° 13' 50.4'' S 79° 37' 50,7'' W	1 058
	Quebrada la Gallega	E.4.3	05° 13' 25,2'' S 79° 38' 27,3'' W	692
	Quebrada la Gallega	E.4.4	05° 13' 45,2'' S 79° 38' 22,0'' W	805
	Quebrada la Gallega	E.4.5	05° 13' 28,1'' S 79° 38' 27,5'' W	731
	Quebrada los Ranchos	E.4.6	05° 13' 25,3'' S 79° 38' 26,9'' W	724

## **2.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

**2.3.1 Recolección:** Se realizaron 7 muestreos entre Febrero- Agosto 2015, la muestras se obtuvieron de rocas sumergidas que presentaron una película mucilaginosa, haciendo un cepillado cuidadosamente con un cepillo de dientes en la parte superficial de 100 cm<sup>2</sup> el cual se delimitó con un cuadrado metálico con dicha medida (fig. 32). El material recogido fue colocado en un frasco plástico, se conservó con formalina al 4% (De la Parra y Rodelo, 2012).

La temperatura del agua y el pH se tomaron in situ, con un termómetro digital ( $\pm 0,1$ ) marca Boeco y un pH-metro ( $\pm 0,01$ ) marca Pometer respectivamente en cada estación de muestreo.

## **2.4 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS**

### **2.4.1 Limpieza de las diatomeas**

Se colocó una alícuota de la muestra libre de preservante, lo cual se logró enjuagando 4 veces la muestra con agua destilada y centrifugando a 2 500 rpm por 5 minutos y desechando el sobrenadante. En tubos de ensayo se adicionó una alícuota de la muestra, ácido clorhídrico (HCl) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 100 Vol. en proporción 1:1:4 respectivamente.

Para acelerar la reacción se llevó los tubos de ensayo a baño maría hasta que termine el proceso de ebullición, luego se enjuagó la muestra 5 veces con agua destilada por centrifugación y por último se guardó la muestra debidamente rotulada en frascos de penicilina, para posteriormente hacer el montaje de la muestra (Cambra *et al.*, 2005).

### **2.4.2 Montaje de muestras:**

Se colocó sobre la laminilla cubre objeto 2 a 6 gotas de la muestra tratada, secandola con ayuda de en una cocina eléctrica. Sobre la lámina porta objeto se

adicionó 1 o 2 gotas de medio de montaje Zrax, haciendo uso de mondadientes; luego se colocó la laminilla cubre objeto sobre la porta objeto calentándola en la cocina hasta que quede bien sellada. Las burbujas de aire que quedan retenidas durante éste proceso, entre la lámina porta y cubre objeto, se eliminaron con ayuda de mondadientes haciendo una ligera presión mientras se calentaba, evitando romper el cubre objeto. Este proceso se debe realizar en una campana extractora de gases o por lo menos un ambiente ventilado, pues al calentarse el Zrax, se evapora tolueno.

## 2.5 ANÁLISIS CUALITATIVO

Para el análisis cualitativo se homogenizó la muestra, con una pipeta de 5ml, se tomó una sub muestra de 3 ml, la cual se colocó en una placa Petri para su observación en el microscopio marca Nikon Eclipse TS 100.

Para determinar las algas perifíticas se utilizó las claves: Komarek y Anagnostidis (1998, 2005) para la división Cyanophyta; Fernández (1999), Krammer y Lange-Bertalot (1991, 1997 a, b), Round *et al.*, (1999) para la división Bacillariophyta, para las divisiones Euglenophyta y Chlorophyta a Prescott (1964 y 1970).

El ordenamiento sistemático se realizó siguiendo la clasificación propuesta por Morris, 1967; Chapman y Chapman, 1977 y Bold and Wynne, 1985 (Acleto *et al.*, 1998).

En las descripciones de las especies se tomaron en cuenta las características fundamentales que define al taxón, además de las mediciones celulares (largo y ancho).

La medición de las especies se realizó con un ocular micrométrico recalibrada con una lámina patrón calibrada ( $\pm 0,39 \mu\text{m}$ ), esta dividido en 100

partes, cada una de 10 µm, tomando en cuenta ancho y largo de cada individuo; dando las medidas en micras. Así también la medida de algunos caracteres taxonómicos como: densidad de estrías y fibulas. Las fotografías de las especies fueron tomadas con una cámara digital marca Sony CyberShot 7.2 mpx a través del ocular del microscopio.

## 2.6 ÍNDICE DIATÓMICO GENERAL (IDG)

Es un índice de calidad de agua que tiene en cuenta la sensibilidad de cada taxón, su amplitud ecológica, la abundancia y se determina por:

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$


Donde:

A<sub>j</sub>= Abundancia

S<sub>j</sub>= Sensibilidad a la polución de cada género(S), con valores entre 1 (más resistente) y 5 (más sensible).

V<sub>j</sub>= Valor indicativo del género que va desde 1 (forma ubicua) hasta 3 (forma característica).

**Cuadro 2.** Clasificación de la calidad del agua, según el índice diatómico general.

VALOR	SIGNIFICADO	COLOR
IDG > 4,5	Calidad biológica muy óptima.	
4<IDG<4,5	Calidad normal. Polución débil.	Celeste
3,5<IDG<4	Polución moderada. Eutrofización.	Verde
3<IDG<3,5	Polución media. Eutrofización acentuada.	Amarillo
2<IDG<3	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte.	Naranja Claro
1<IDG<2	Polución muy fuerte.	Naranja
IDG=0	La población es considerada como inexistente (polución tóxica). Por debajo de 10 individuos por mm <sup>2</sup> .	Rojo

Fuente: Nuñez, J. (2009), Macroinvertebrados acuáticos y microalgas utilizados como bioindicadores de la calidad del agua.

## **2.7 PROCESAMIENTO DE DATOS:**

Se elaboraron cuadros de riqueza de especies y familias de las especies encontradas durante los análisis microscópicos, utilizando el programa de computadora Microsoft Excel 2010, considerando especies frecuentes a las encontradas en todas las estaciones, además de gráficos por cada cuadro.

Los datos de los parámetros (Temperatura y pH) se colocaron en cuadros y gráficos. Se establecieron los valores mínimos y máximos utilizando Microsoft Excel 2010. Se realizó análisis estadístico a través del programa Minitab versión 17 (Ryan *et al.*, 1972).

Con la finalidad de conocer el grado de correlacion entre los factores abióticos (Temperatura del agua y pH) con el número de especies de algas perifíticas, se aplicó el análisis de correlación de Pearson (Pearson, 1896) y Spearman (Spearman, 1907).

Las especies fueron fotografiadas y editadas en el programa de computadora Photoshop 17.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 RIQUEZA DE ESPECIES

En el Distrito de Canchaque, se lograron determinar 4 Divisiones, 4 Clases, 11 Órdenes, 27 Familias, 71 Géneros y 107 Especies.

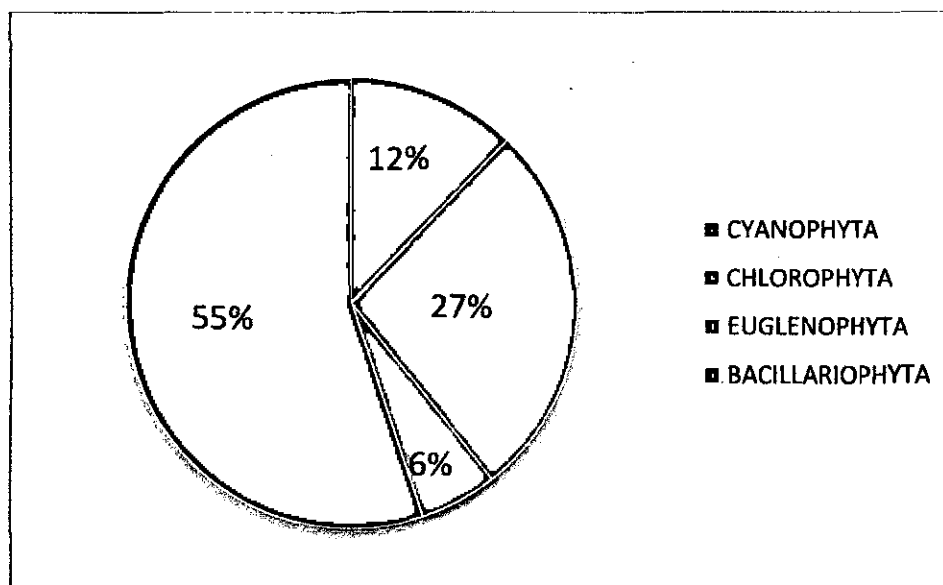
La división Bacillariophyta tuvo el mayor número de especies (59), seguido de Chlorophyta (29), Cyanophyta (13) y Euglenophyta (6) (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Riqueza de algas como parte del perifiton en las Zonas de muestreo

DIVISION/ ZONAS	CANCHAQUE	MARAYPAMPA	COYONA	LOS RANCHOS	TOTAL DE ESPECIES	%
CYANOPHYTA	9	6	9	11	13	12
CHLOROPHYTA	13	12	15	10	29	27
EUGLENOPHYTA	3	3	2	4	6	6
BACILLARIOPHYTA	43	32	39	37	59	55
TOTAL	68	53	65	62	107	100

En la Figura 2 se muestra la composición de la comunidad de las algas que forman parte del perifiton de las Zonas muestreadas en porcentajes, siendo la división Bacillariophyta la que presenta mayor cantidad con 55 %, mientras que la división Euglenophyta obtuvo el porcentaje más bajo (6%).





**Figura 2:** Composición de las algas como parte del perifiton encontrado en las cuatro zonas del Distrito Canchaque en la provincia de Huancabamba.

La división Cyanophyta, Los Ranchos, estación E.4.4 presentó el mayor número de especies (11), mientras que Maraypampa y Coyona solo se encontró 1 especie en cada una de ellas (E.2.5 y E.3.1 respectivamente) (Cuadro 4).

La división Chlorophyta, Coyona, estación E.3.5, presentó el mayor número de especies (16), mientras que la estación E.1.5 de Canchaque se encontró 1 especie (Cuadro 4).

Para la división Euglenophyta, en dos estaciones de Los Ranchos se presentaron 4 especies en cada una de ellas (E.4.4 y E.4.6), mientras que tres estaciones de Canchaque (E.1.2, E.1.4, E.1.5) y cuatro estaciones de Coyona (E.3.1, E.3.2, E.3.4, E.3.6), dos estaciones de Maraypampa (E.2.5, E.2.6) y Los Ranchos (E.4.2 y E.4.5) no presentaron ninguna especie para esta división (Cuadro 4).

Respecto a la división Bacillariophyta, Canchaque en las estaciones E.1.1 y E.1.2 fueron las que presentaron el mayor número de especies (43), mientras que Maraypampa obtuvo el menor número de especies de esta división (17) en la estación E.2.3 (Cuadro 4).

Las especies frecuentes de la división Cyanophyta fueron: *Oscillatoria princeps* en Los Ranchos, *Oscillatoria* sp. en Maraypampa y Coyona (Cuadro 4). Sin embargo Canchaque no presentó especies frecuentes para esta división.

Las especies frecuentes de la división Chlorophyta fue: *Cosmarium botrytis* y *Cosmarium contractum* en Coyona, *Oedogonium* sp. en Canchaque y Los Ranchos. Sin embargo, Maraypampa no presentó especies frecuentes de esta división.

No se encontraron especies frecuentes de la división Euglenophyta en ninguna de las cuatro Zonas muestreadas.

En la división Bacillariophyta se encontraron 2 especies frecuentes, *Navicula* sp. y *Ulnaria ulna* en las cuatro Zonas (Canchaque, Maraypampa, Coyona y Los Ranchos). *Cocconeis placentula* y *Gomphonema parvulum* en tres Zonas (Canchaque, Coyona y Los Ranchos), *Cymbella affinis* y *Fragilaria* sp. en Canchaque y Coyona, *Amphipleura lindheimeri* en Maraypampa y Los Ranchos, mientras que *Rhoicosphenia curvata* en Coyona y Los Ranchos.

Las especies frecuentes de la División Bacillariophyta solo en una Zona fueron: Canchaque: *Hantzschia amphioxys*, *Diploneis elliptica* y *Tryblionella* sp; Maraypampa: *Gomphonema subclavatum*; Coyona: *Melosira varians*; los Ranchos: *Amphora* sp., *Cymbella cistula*, *Cymbella tumida*, *Nitzschia sigma*, *Gyrosigma* sp. y *Synedra goulardii*.

**Cuadro 4:** Especies de algas como parte del perifiton por zona y estaciones de muestreo.

ESPECIES	CANCHAQUE						MARAYPAMPA						COYONA						LOS RANCHOS					
	E.1.1	E.1.2	E.1.3	E.1.4	E.1.5	E.1.6	E.2.1	E.2.2	E.2.3	E.2.4	E.2.5	E.2.6	E.3.1	E.3.2	E.3.3	E.3.4	E.3.5	E.3.6	E.4.1	E.4.2	E.4.3	E.4.4	E.4.5	E.4.6
<b>CYANOPHYTA</b>																								
<i>Anabaena</i> sp.	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Asterocapsa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>Chroococcus</i> sp.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Chroococcus turgidus</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Eucapsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Merismopedia</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Microcoleus</i> cf. <i>autumnalis</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Nostoc</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oscillatoria princeps</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Oscillatoria</i> sp.	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Spirulina</i> sp.	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Pseudanabaena</i> sp.	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<b>TOTAL CYANOPHYTA</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>CHLOROPHYTA</b>																								
* <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Chlamydomonas</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Coelastrum proboscideum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Cosmarium botrytis</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
* <i>Cosmarium contractum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
* <i>Cosmarium margaritatum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

\* Especies planctónicas

Continuación del Cuadro 4...

ESPECIES	CANCHAQUE						MARAYPAMPA						COYONA						LOS RANCHOS					
	E.1.1	E.1.2	E.1.3	E.1.4	E.1.5	E.1.6	E.2.1	E.2.2	E.2.3	E.2.4	E.2.5	E.2.6	E.3.1	E.3.2	E.3.3	E.3.4	E.3.5	E.3.6	E.4.1	E.4.2	E.4.3	E.4.4	E.4.5	E.4.6
* <i>Cosmarium nymannianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Cosmarium pachydermum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Cosmarium subspicosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Closterium kuetzingii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Closterium lunula</i>	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
* <i>Closterium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
* <i>Desmidium aptogonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmodesmus abundans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
* <i>Eudorina elegans</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Micrasterias truncata</i> var. <i>pusilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
* <i>Micrasterias laticeps</i> var. <i>laticeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Netrium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oedogonium</i> sp.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
* <i>Pandorina morum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pediastrum tetras</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Sorastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirogyra</i> sp.	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Zygnema</i> sp.	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

\* Especies planctónicas

Continuación del Cuadro 4...

ESPECIES	CANCHAQUE						MARAYPAMPA						COYONA						LOS RANCHOS					
	E.1.1	E.1.2	E.1.3	E.1.4	E.1.5	E.1.6	E.2.1	E.2.2	E.2.3	E.2.4	E.2.5	E.2.6	E.3.1	E.3.2	E.3.3	E.3.4	E.3.5	E.3.6	E.4.1	E.4.2	E.4.3	E.4.4	E.4.5	E.4.6
<b>EUGLENOPHYTA</b>																								
<i>*Euglena oxyuris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>*Euglena sp.</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>*Lepocinclis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>*Phacus sp.</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>*Phacus pleuronectes</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>*Trachelomonas hispida</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<b>TOTAL EUGLENOPHYTA</b>	3	0	3	0	0	1	1	1	2	3	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	1	4	0	4
<b>BACILLARIOPHYTA</b>																								
<i>Achnanthes inflata</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Amphora sp.</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclotella sp.</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
<i>Cymbella affinis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Cymbella cistula</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cymbella tumida</i>	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis elliptica</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Encyonema cf. latum</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1

\* Especies plactónicas

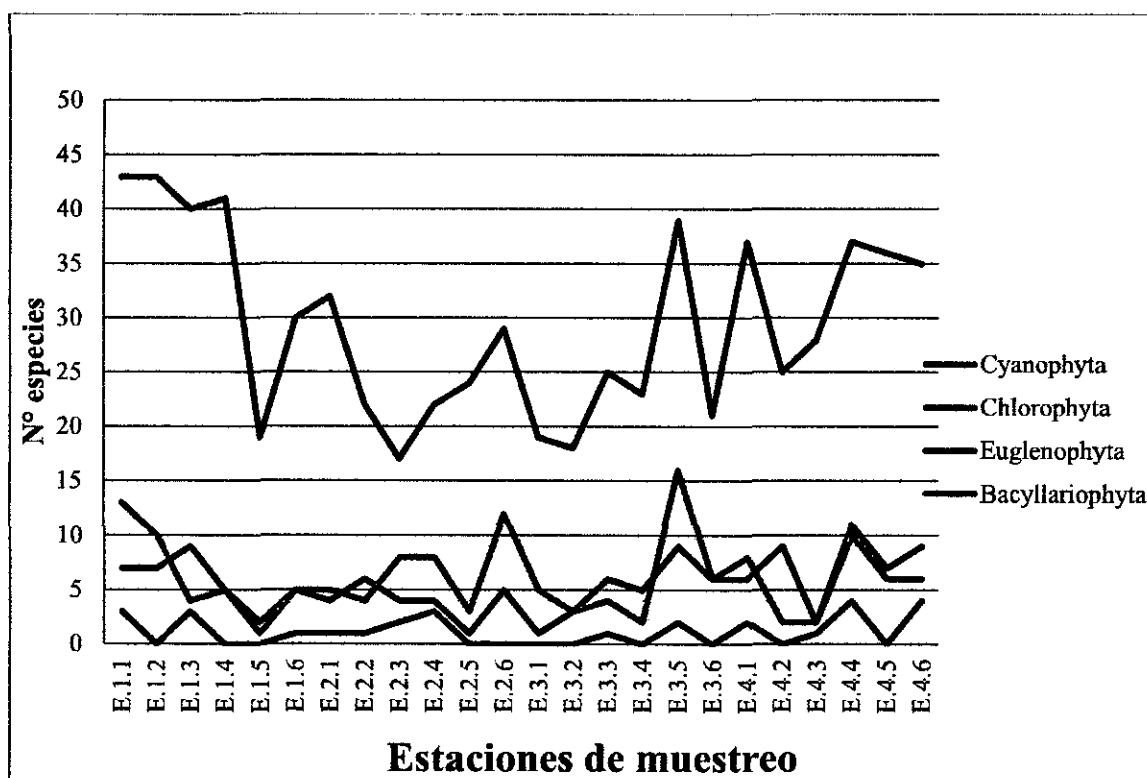
Continuación del Cuadro 4...

ESPECIES	CANCHAQUE						MARAYPAMPA						COYONA						LOS RANCHOS					
	E.1.1	E.1.2	E.1.3	E.1.4	E.1.5	E.1.6	E.2.1	E.2.2	E.2.3	E.2.4	E.2.5	E.2.6	E.3.1	E.3.2	E.3.3	E.3.4	E.3.5	E.3.6	E.4.1	E.4.2	E.4.3	E.4.4	E.4.5	E.4.6
<i>Epithemia sorex</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
<i>Eunotia didyma</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>claviculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp.	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Frustulia rhomboides</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
<i>Geissleria decussis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gomphonema gracile</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema subclavatum</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Hannaea arcus</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hantzschia amphioxys</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Luticola mutica</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Melosira varians</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Navicula geronimensis</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Navicula subrhynchocephala</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Navicula symmetrica</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>Navicula</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia linearis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia reversa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0

Continuación del Cuadro 4...

ESPECIES	CANCHAQUE						MARAYPAMPA						COYONA						LOS RANCHOS					
	E.1.1	E.1.2	E.1.3	E.1.4	E.1.5	E.1.6	E.2.1	E.2.2	E.2.3	E.2.4	E.2.5	E.2.6	E.3.1	E.3.2	E.3.3	E.3.4	E.3.5	E.3.6	E.4.1	E.4.2	E.4.3	E.4.4	E.4.5	E.4.6
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Nitzschia sigma</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Nitzschia</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
<i>Pinnularia major</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Pinnularia viridis</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>Planothidium lanceolatum</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Pleurosira</i> sp.	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosira laevis</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Reimeria sinuata</i>	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rhopalodia gibba</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Rhopalodia gibberula</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Sellaphora pupula</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella</i> cf. <i>brightwellii</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Synedra gouldarii</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Synedra</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Terpsinoe musica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Tryblionella</i> sp.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>Ulnaria ulna</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL BACILLARIOPHYTA</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>35</b>

En la Figura 3 muestra el número de especies por división en cada estación de muestreo, siendo la división Bacillariophyta la que predominó en todas las estaciones de muestreo, seguido de las Chlorophyta, Cyanophyta y por ultimo Euglenophyta.



**Figura 3:** Número de especies de algas como parte de perifiton, por división en las estaciones de muestreo del distrito Canchaque.

En la división Cyanophyta predominaron las familias Chroococcaceae y Oscillatoriaceae (5 especies) mientras que la familia Pseudanabaenaceae solo se presentó 1 especie (Cuadro 5).

La división Chlorophyta, Familia Desmidiaceae, fue la que predominó con el mayor número de especies (12), mientras que las familias Chlamydomonaceae, Mesotaeniaceae, Oedogoniaceae, Coelastraceae, Oocystaceae, Cladophoraceae solo presentaron 1 especie. En el caso de la división Euglenophyta solo presentó una familia, la Euglenaceae con 6 especies (Fig. 4 y Cuadro 5).



En la Figura 4 se muestra que las familias Naviculaceae y Desmidiaceae presentaron el mayor número de especies con 15 y 12 (división Bacillariophyta y Chlorophyta respectivamente).

Las familias Chroococcaceae, Oscillatoriaceae, Nostocaceae y Pseudanabaenaceae de la división Cyanophyta estuvieron presentes en las cuatro zonas al igual que la familia Euglenaceae de la división Euglenophyta (Cuadro 5).

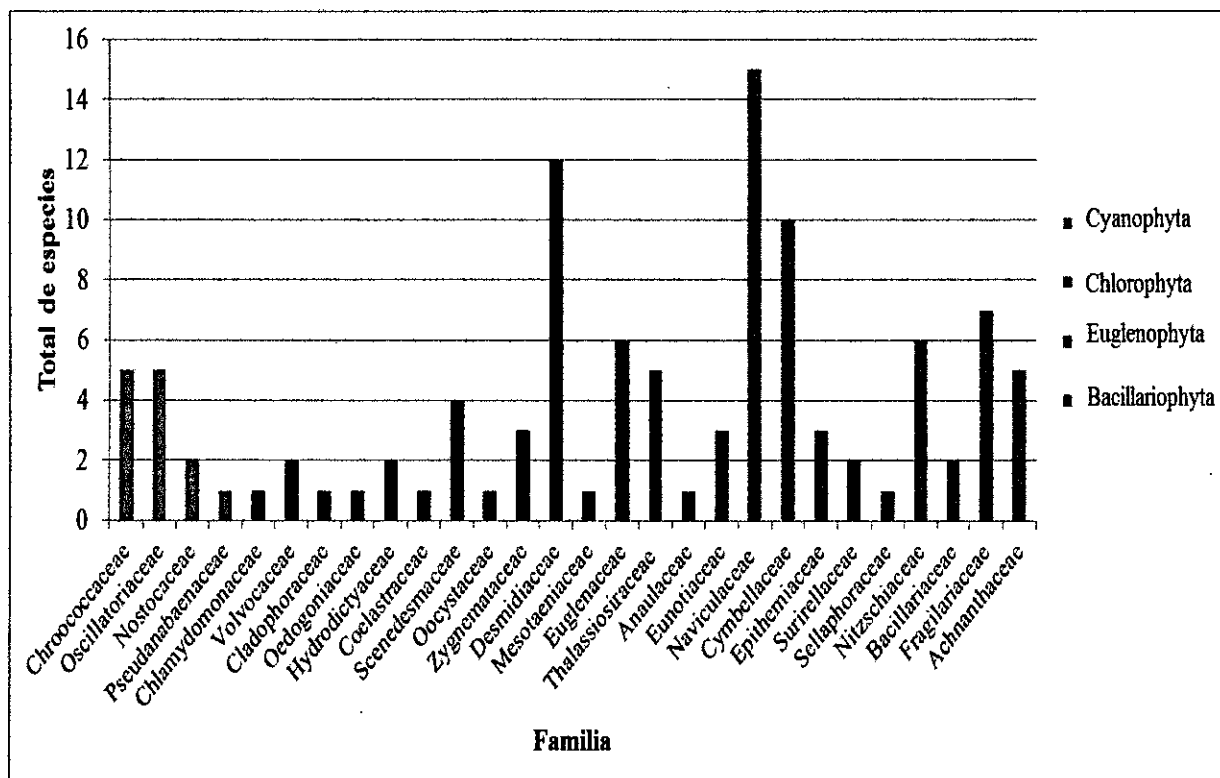
Canchaque presentó 9 familias de la división Chlorophyta las cuales fueron: Chlamydomonaceae, Volvocaceae, Cladophoraceae, Oedogoniaceae, Hydrodictyaceae, Coelastraceae, Scenedesmaceae, Zygnemataceae y Desmidiaceae; mientras que Maraypampa solo presentó 6 familias: Oedogoniaceae, Hydrodictyaceae, Oocystaceae, Zygnemataceae, Mesotaeniaceae y Desmidiaceae. Coyona presentó 5 familias: Hydrodictyaceae, Coelastraceae, Scenedesmaceae, Zygnemataceae y Desmidiaceae. Los Ranchos solo presentó 4 familias (Cuadro 5).

Canchaque y Maraypampa presentaron 12 familias de la división Bacillariophyta: Thalassiosiraceae, Anaulaceae, Eunotiaceae, Naviculaceae, Cymbellaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Sellaphoraceae, Nitzschiaceae, Bacillariaceae, Fragillariaceae y Achnanthaceae (Cuadro 5).

Coyona presentó 10 familias de la división Bacillariophyta: Thalassiosiraceae, Eunotiaceae, Naviculaceae, Cymbellaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Nitzschiaceae, Bacillariaceae, Fragillariaceae y Achnanthaceae. Los Ranchos presentó 11 familias (Cuadro 5).

**Cuadro 5: Número de especies de algas como parte del perifiton, por familia y zonas de muestreo.**

División	Familia	Canchaque	Maraypampa	Coyona	Los Ranchos	Total de Especies
Cyanophyta	Chroococcaceae	3	4	4	5	5
	Oscillatoriaceae	5	3	5	5	5
	Nostocaceae	1	2	1	1	2
	Pseudanabaenaceae	1	1	1	1	1
Chlorophyta	Chlamydomonadaceae	1	0	0	0	1
	Volvocaceae	2	0	0	0	2
	Cladophoraceae	1	0	0	0	1
	Oedogoniaceae	1	1	0	1	1
	Hydrodictyaceae	1	1	1	0	2
	Coelastraceae	1	0	1	0	1
	Scenedesmaceae	3	0	3	3	4
	Oocystaceae	0	1	0	0	1
	Zygnemataceae	3	3	3	3	3
	Desmidiaceae	5	11	11	5	12
	Mesotaeniaceae	0	1	0	0	1
Euglenophyta	Euglenaceae	5	3	3	6	6
Bacillariophyta	Thalassiosiraceae	3	3	4	3	5
	Anaulaceae	1	1	0	1	1
	Eunotiaceae	3	1	1	1	3
	Naviculaceae	13	11	13	14	15
	Cymbellaceae	10	9	10	10	10
	Epithemiaceae	3	2	1	3	3
	Surirellaceae	1	2	1	1	2
	Sellaphoraceae	1	1	0	0	1
	Nitzschiaceae	5	5	6	5	6
	Bacillariaceae	2	1	1	2	2
	Fragilariaceae	5	7	6	6	7
	Achnanthaceae	5	5	5	5	5



**Figura4:** Número de especies de algas como parte del perifiton por familia de las cuatro divisiones en el distrito de Canchaque.

### 3.2 RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE ESPECIES CON LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS

La temperatura del agua fue mayor en Canchaque, se registró entre 18,5 °C a 28,4 °C, siendo la estación E.1.1 la que presentó la mayor temperatura, en Los Ranchos también se presentaron temperaturas altas entre los 18,2 °C a 25,7 °C y Coyona entre los 17,8 °C a 21,1 °C, caso contrario ocurre con Maraypampa que presentó temperaturas bajas comparadas con las otras zonas que oscilaron entre los 11,9 °C a 18,7 °C (Fig. 5 y Cuadro 6).

Canchaque, Maraypampa y Los Ranchos presentaron un pH alcalino en sus estaciones de muestreo, siendo el pH más alto de 8,45; mientras que Coyona presentó un pH ácido en sus estaciones de muestreo con el más bajo de 6,05 (Fig. 6 y Cuadro 6).

**Cuadro 6:** Número de especies, temperatura y pH por estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	Temperatura del agua (°C)	pH	Nº total de especies
E.1.1	28,4	7,69	66
E.1.2	26	7,33	60
E.1.3	23,4	7,4	56
E.1.4	22,3	7,61	51
E.1.5	18,5	8,4	22
E.1.6	23,5	7,53	41
E.2.1	15,9	7,71	42
E.2.2	13,7	8,45	33
E.2.3	18,6	6,92	31
E.2.4	11,9	7,51	37
E.2.5	18,7	8,39	28
E.2.6	18,4	6,83	46
E.3.1	19,4	6,80	25
E.3.2	18,7	6,05	24
E.3.3	19,2	6,40	36
E.3.4	17,8	6,29	30
E.3.5	21,1	6,49	66
E.3.6	18,9	6,11	33
E.4.1	18,3	7,21	53
E.4.2	18,5	7,24	36
E.4.3	18,2	6,97	33
E.4.4	25,7	7,22	62
E.4.5	24,4	6,88	49
E.4.6	25,3	6,99	54

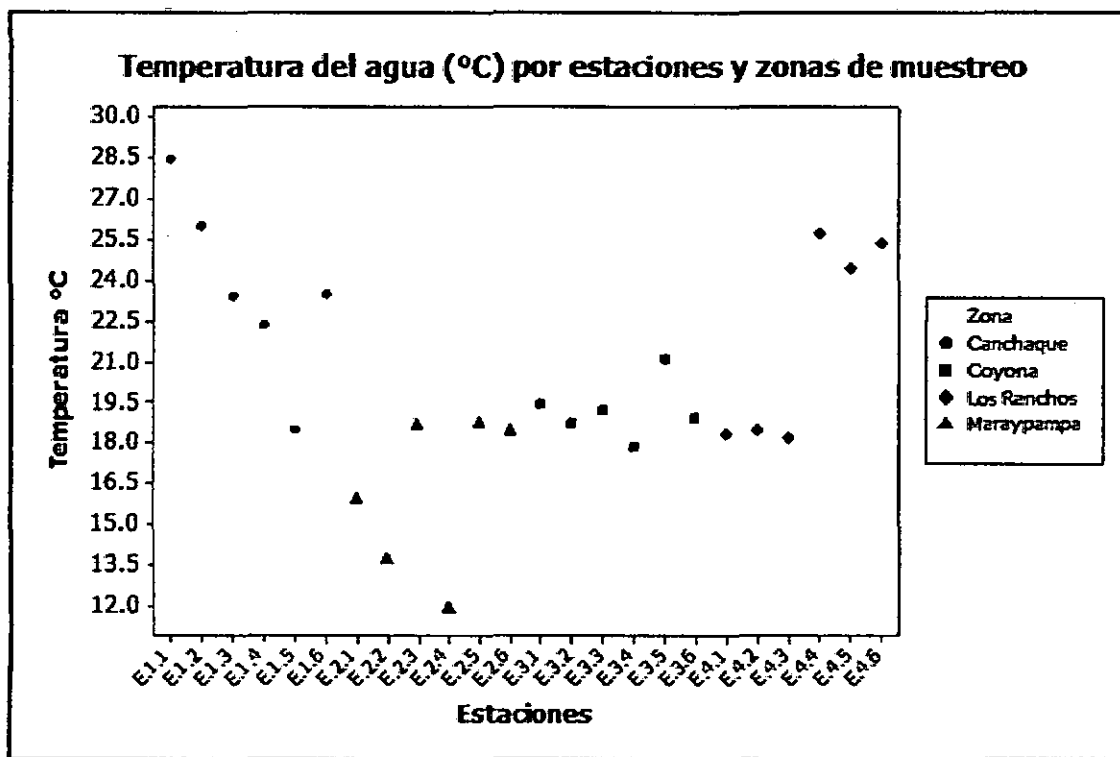


Figura 5: Temperatura del agua por estaciones y zonas de muestreo en el distrito de Canchaque.

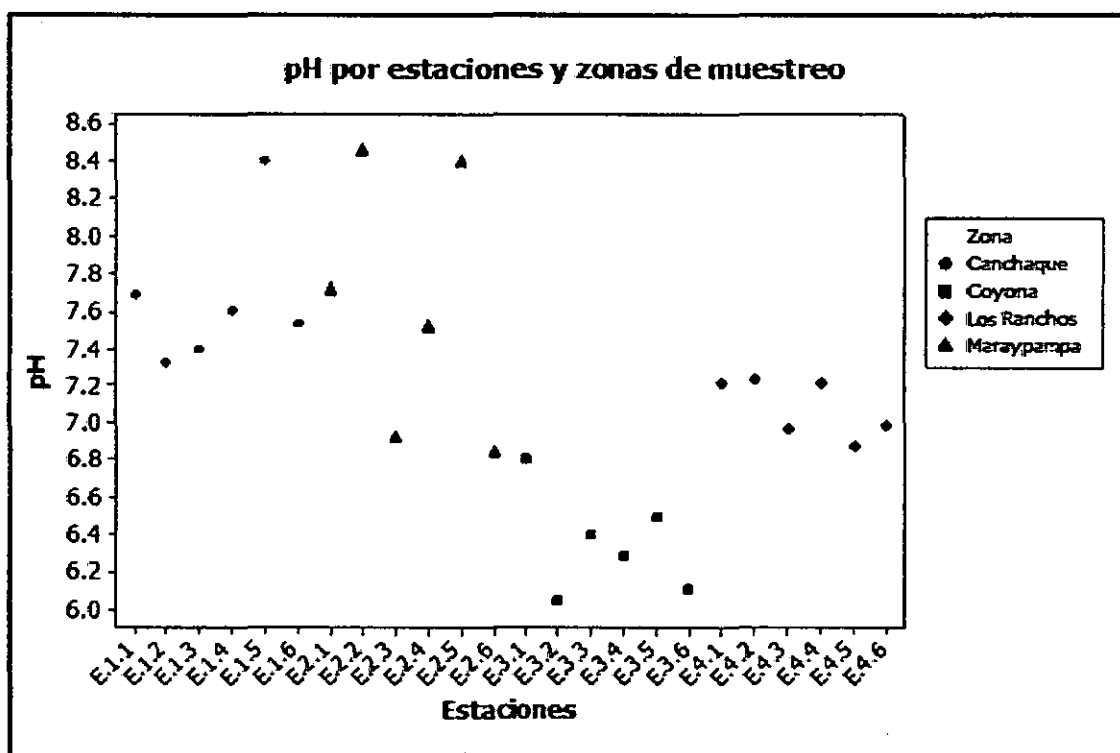
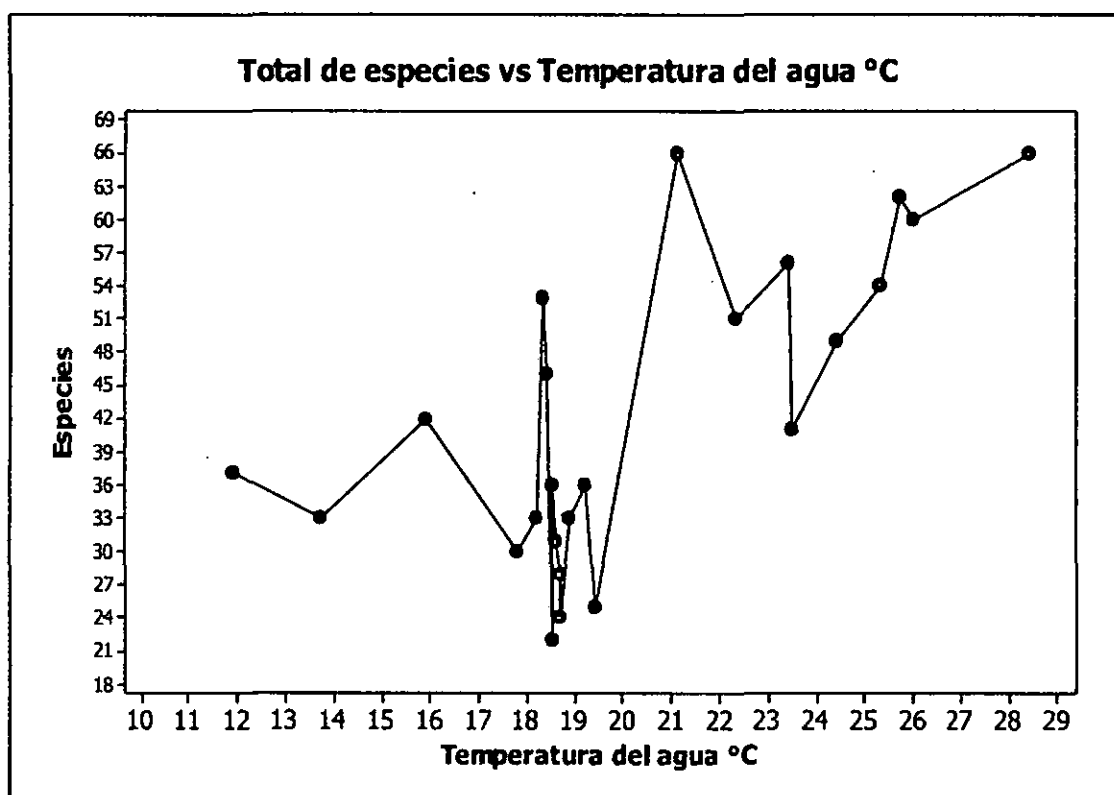


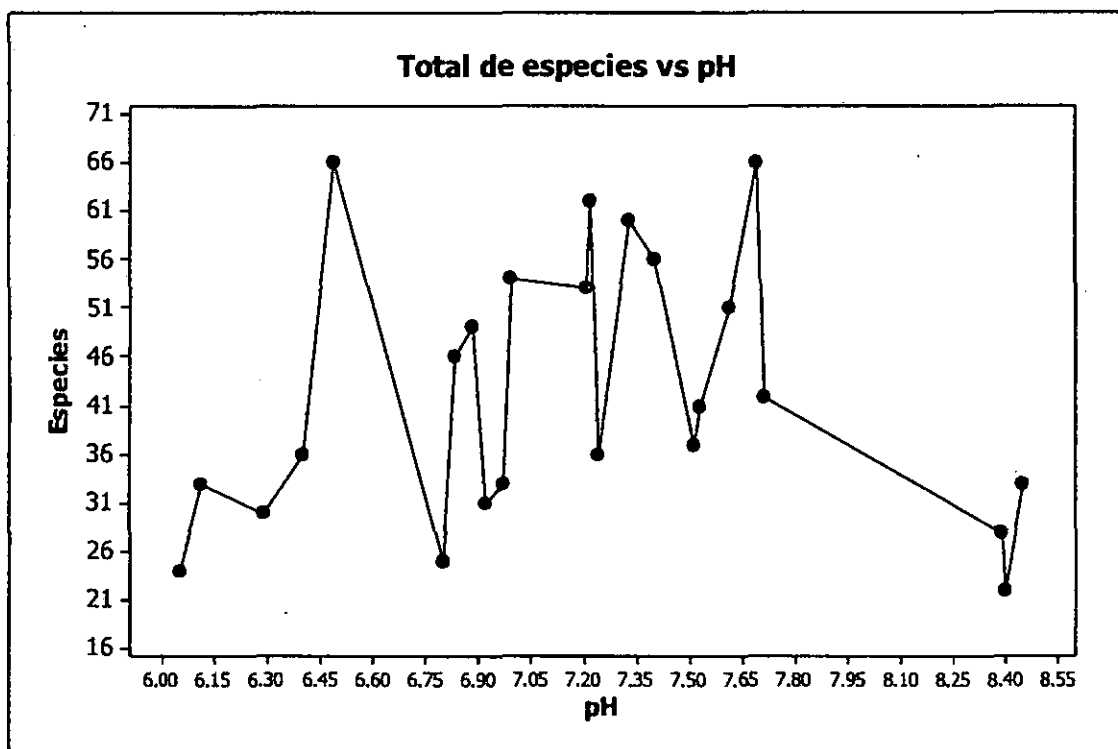
Figura 6: pH en cada zona de muestreo por estación en el distrito de Canchaque.

El análisis de Spearman entre el total del número de especies y la temperatura del agua arrojó un valor = 0,570 y p-value = 0.00, es decir que hay un 57% de correlación positiva, lo cual es aceptado ya que el p- value es menor al nivel de significancia 0,05 (Figura 7).



**Figura 7:** Correlación entre el número de especies de algas como parte del perifiton con respecto a la temperatura de los cuerpos de agua muestreados en el distrito de Canchaque.

El análisis de correlación de Pearson entre el total de especies y el pH arrojó un valor =0,010 y p-value = 0,964; es decir que no hay correlación, ya que el p- value es mayor a 0,05. Lo cual nos indica que son variables no correlacionadas ya que el incremento del número de especies es indiferente al aumento del pH en los datos tomados (Figura 8).



**Figura 8:** Correlación entre el número de especies de algas como parte del perifiton con respecto al pH de los cuerpos de agua muestreados en el distrito de Canchaque.

### **3.3 TAXONOMÍA DE LAS ALGAS COMO PARTE DEL PERIFITON**

La clasificación que se adopta es la propuesta por Morris, 1967; Chapman y Chapman, 1977 y Bold and Wynne, 1985 (Acleto *et al.*, 1998).

#### **DIVISIÓN CYANOPHYTA**

##### **CLASE CYANOPHYCEAE**

##### **ORDEN CHROOCOCCALES**

##### **FAMILIA CHROOCOCCACEAE**

##### **GÉNERO *Chroococcus* Naegeli, 1849**

*Chroococcus* sp. Naegeli, 1849

*Chroococcus turgidus* (Kuetz) Naegeli, 1849

##### **GÉNERO *Merismopedia* Meyen, 1839**

*Merismopedia* sp. Meyen, 1839

##### **GÉNERO *Eucapsis* Clements y Shantz, 1909**

*Eucapsis* sp. Clements y Shantz, 1909

##### **GÉNERO *Asterocapsa* Chu, 1952**

*Asterocapsa* sp. Chu, 1952

##### **ORDER HORMOGONALES**

##### **FAMILIA OSCILLATORIACEAE**

##### **GÉNERO *Spirulina* Turpin, 1827**

*Spirulina* sp. Turpin, 1827

##### **GÉNERO *Oscillatoria* Vaucher, 1803**

*Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803

*Oscillatoria* sp. Vaucher, 1803



**GÉNERO Lyngbya Agardh, 1824**

*Lyngbya* sp. Agardh, 1824

**GÉNERO Microcoleus Desmazières, 1823**

*Microcoleus* cf. *autumnalis* (Gomont) Strunecky,

Komárek y Johansen, 2013

**FAMILIA NOSTOCACEAE**

**GÉNERO Anabaena Bory, 1822**

*Anabaena* sp. Bory, 1822

**GÉNERO Nostoc Vaucher, 1903**

*Nostoc* sp. Vaucher, 1903

**FAMILIA PSEUDANABAENACEAE**

**GÉNERO Pseudanabaena Lauterborn, 1915**

*Pseudanabaena* sp. Lauterborn, 1915

**DIVISIÓN CHLOROPHYTA**

**CLASE CHLOROPHYCEAE**

**ORDEN VOLVOCALES**

**FAMILIA CHLAMYDOMONADACEAE**

**GÉNERO Chlamydomonas Ehrenberg, 1835**

*Chlamydomonas* sp. Ehrenberg, 1835

**FAMILIA VOLVOCACEAE**

**GÉNERO Pandorina (Müller) Bory, 1824**

*Pandorina morum* (Müller) Bory, 1824

**GÉNERO Eudorina Ehrenberg, 1832**

*Eudorina elegans* Ehrenberg, 1832

**ORDEN CLADOPHORALES**

**FAMILIA CLADOPHORACEAE**

**GÉNERO Cladophora Kuetzing, 1843**

*Cladophora* sp. Kuetzing, 1843

**ORDEN OEDOGONIALES**

**FAMILIA OEDOGONIACEAE**

**GÉNERO Oedogonium Link, 1820**

*Oedogonium* sp. Link, 1820

**ORDEN CHLOROCCOCALES**

**FAMILIA HYDRODICTYACEAE**

**GÉNERO Pediasium Meyen, 1829**

*Pediasium tetras* (Ehrenb) Ralfs, 1844

**GÉNERO Sorastrum Kuetzing, 1845**

*Sorastrum* sp. Kuetzing, 1845

**FAMILIA COELASTRACEAE**

**GÉNERO Coelastrum Naegeli en Kuetzing, 1849**

*Coelastrum proboscideum* Bohlin, 1897

**FAMILIA SCENEDESMACEAE**

**GÉNERO Scenedesmus Meyen, 1829**

*Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chodat, 1902

*Scenedesmus dimorphus* (Turp.) kuetzing, 1833

**GÉNERO Desmodesmus (Chodat) Friedl y Hegewald,  
1999**

*Desmodesmus abundans* (Kirch) Chodat, 1913

*Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) Hegewald, 2000

## **FAMILIA OOCYSTACEAE**

### **GÉNERO Ankistrodesmus Corda, 1838**

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, 1848

## **ORDEN ZYGNEMATALES**

### **FAMILIA ZYGNEMATACEAE**

#### **GÉNERO Mougeotia (Agardh) Wittrock, 1872**

*Mougeotia* sp. (Agardh) Wittrock, 1872

#### **GÉNERO Zygnema Agardh, 1824**

*Zygnema* sp. Agardh, 1824

#### **GÉNERO Spirogyra Link, 1820**

*Spirogyra* sp. Link, 1820

### **FAMILIA DESMIDIACEAE**

#### **GÉNERO Closterium Nitzsch ex Ralfs, 1848**

*Closterium kuetzingii* Brébisson, 1856

*Closterium lunula* Ehrenberg y Hemprich ex Ralfs,  
1848

*Closterium* sp. Nitzsch ex Ralfs, 1848

#### **GÉNERO Cosmarium Corda ex Ralfs, 1848**

*Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs, 1848

*Cosmarium contractum* Kirchner, 1878

*Cosmarium margaritatum* (Lundell) Roy y Bisset,  
1886

*Cosmarium nymannianum* Grunow, 1868

*Cosmarium pachydermum* Lundell, 1871

*Cosmarium subspeciosum* Nordstedt, 1875

**GÉNERO Micrasterias Agardh**

*Micrasterias truncata* var. *pusilla* West, 1914

*Micrasterias laticeps* var. *laticeps* Nordstedt, 1870

**GÉNERO Desmidium Agardh ex Ralfs, 1848**

*Desmidium aptogonum* Brébisson ex Kützing, 1849

**FAMILIA MESOTAENIACEAE**

**GENERO Netrium (Ehrenberg) Itzigsohn y Rothe, 1856**

*Netrium* sp. (Ehrenberg) Itzigsohn y Rothe, 1856

**DIVISIÓN EUGLENOPHYTA**

**CLASE EUGLENOPHYCEAE**

**ORDEN EUGLENALES**

**FAMILIA EUGLENACEAE**

**GÉNERO Euglena Ehrenberg, 1838**

*Euglena oxyuris* Schmarda, 1846

*Euglena* sp. Ehrenberg, 1838

**GÉNERO Phacus Dujardin, 1841**

*Phacus pleuronectes* Dujardin, 1841

*Phacus* sp. Dujardin, 1841

**GÉNERO Trachelomonas Ehrenberg, 1835**

*Trachelomona hispida* (Perty) Stein, 1878

**GÉNERO Lepocinclis Perty, 1849**

*Lepocinclis* sp. Perty, 1849

**DIVISIÓN BACILLARIOPHYTA**

**CLASE BACILLARIOPHYCEAE**

**ORDEN CENTRALES**

**FAMILIA THALASSIOSIRACEAE**

**GÉNERO *Cyclotella* Kützing, 1834**

*Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844

*Cyclotella* sp. Kützing, 1834

**GÉNERO *Melosira* Agardh, 1824**

*Melosira varians* Agardh, 1827

**GÉNERO *Pleurosira* (Meneghini) Trevisan, 1848**

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère 1982

**FAMILIA ANAULACEAE**

**GÉNERO *Terpsinoe* Ehrenberg, 1843**

*Terpsinoe musica* Ehrenberg, 1843

**ORDEN PENNALES**

**FAMILIA EUNOTIACEAE**

**GÉNERO *Eunotia* Ehrenberg, 1837**

*Eunotia didyma* Grunow

*Eunotia didyma* var. *claviculata* Hustedt

*Eunotia* sp. Ehrenberg, 1837

**FAMILIA NAVICULACEAE**

**GÉNERO *Frustulia* Rabenhorst, 1853**

*Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni.

**GÉNERO *Stauroneis* Ehrenberg, 1843**

*Stauroneis* sp. Ehrenberg, 1843

**GÉNERO Navicula Bory, 1822**

*Navicula geronimensis* Potapova y Charles, 2004

*Navicula symmetrica* Patrick, 1944

*Navicula* sp. Bory, 1822

*Navicula subrhynchocephala* Hustedt 1935

**GÉNERO Gyrosigma Hassall, 1845**

*Gyrosigma* sp. Hassall, 1845

**GÉNERO Pleurosigma Smith, 1852**

*Pleurosigma* sp. Smith, 1852

**GÉNERO Pinnularia Ehrenberg, 1843**

*Pinnularia major* (Kützinger) Rabenhorst, 1853

*Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve, 1891

*Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, 1843

**GÉNERO Diploneis Ehrenberg ex Cleve, 1894**

*Diploneis elliptica* Kützinger, 1844

**GÉNERO Amphipleura Kützinger, 1844**

*Amphipleura lindheimeri* Kützinger, 1844

**GÉNERO Luticola Mann, 1990**

*Luticola mutica* (Kützinger) Mann, 1990

**GÉNERO Geissleria Lange-Bertalot y Metzeltin, 1996**

*Geissleria decussis* (Østrup) Lange-Bertalot y  
Metzeltin, 1996

**FAMILIA CYMBELLACEAE**

**GÉNERO Cymbella Agardh, 1830**

*Cymbella affinis* Kützinger, 1844

*Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner, 1878

*Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, 1880

**GÉNERO Amphora Ehrenberg ex Kützing, 1844**

*Amphora* sp. Ehrenberg ex Kützing, 1844

**GÉNERO Encyonema Kützing, 1834**

*Encyonema minutum* Mann, 1990

*Encyonema* cf. *latum* Krammer 1997

**GÉNERO Gomphonema Ehrenberg, 1832**

*Gomphonema gracile* Ehrenberg, 1838

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, 1849

*Gomphonema subclavatum* (Grunow) Grunow 1884.

**GÉNERO Reimeria Kociolek y Stoermer, 1987**

*Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek y Stoermer,  
1987

**FAMILIA EPITHEMIACEAE**

**GÉNERO Epithemia Breb., 1838**

*Epithemia sorex* Kützing, 1844

**GÉNERO Rophalodia Müller, 1895**

*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Müller, 1895

*Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) Müller, 1895

**FAMILIA SURIRELLACEAE**

**GÉNERO Surirella Turpin, 1828**

*Surirella linearis* var. *constricta* Grunow, 1862

*Surirella* cf. *brightwellii* Smith, 1853

**FAMILIA SELLAPHORACEAE**

**GÉNERO Sellaphora Mereschowsky, 1902**

*Sellaphora pupula* Mereschowsky, 1902

**FAMILIA NITZSCHIACEAE**

**GÉNERO Nitzschia Hazzall, 1845**

*Nitzschia linearis* Smith, 1853

*Nitzschia reversa* (Kützing) Smith, 1853

*Nitzschia sigma* (Kützing) Smith, 1853

*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) Smith, 1853

*Nitzschia* sp. Hazzall, 1845

**GÉNERO Hantzschia Grunow, 1877**

*Hantzschia amphioxus* (Ehrenberg) Grunow, 1880

**FAMILIA BACILLARIACEAE**

**GÉNERO Tryblionella Smith, 1853**

*Tryblionella* sp. Smith, 1853

**GÉNERO Bacillaria Gmelin, 1791**

*Bacillaria paxillifera* (Müller) Marsson, 1901

**FAMILIA FRAGILARIACEAE**

**GÉNERO Fragilaria Lyngbye, 1819**

*Fragilaria capucina* Desmazières, 1830

*Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen, 1938

*Fragilaria* sp. Lyngbye, 1819

**GÉNERO Synedra Ehrenberg, 1830**

*Synedra goulardii* Brébisson ex Cleve y Grunow,  
1880



*Synedra* sp. Ehrenberg, 1830

**GÉNERO Ulnaria (Kützinger) Compère, 2001**

*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, 2001

**GÉNERO Hannaea**

*Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick y Freese, 1961

**FAMILIA ACHNANTACEAE**

**GÉNERO Achnanthes Bory, 1822**

*Achnanthes inflata* (Kützinger) Grunow, 1867

**GÉNERO Achnanthidium**

*Achnanthidium minutissimum* (Kützinger) Czarnecki,  
1994

**GÉNERO Cocconeisehrenberg, 1836**

*Cocconeis placentula* Ehrenberg, 1838

**GÉNERO Rhoicosphenia Grunow, 1860**

*Rhoicosphenia curvata* (Kützinger) Grunow, 1860

**GÉNERO Planothidium Roundy Bukhtiyarova, 1996**

*Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützinger)  
Lange-Bertalot, 1999

### 3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

#### 3.4.1 División Cyanophyta

Se determinaron 13 taxa pertenecientes a 11 géneros de dos órdenes distribuidas en las siguientes familias: Chroococcaceae (5 especies), Oscillatoriaceae (5), Nostocaceae (2), Pseudanabaenaceae (1).

Orden CHROOCOCACEAE

Familia CHROOCOCACEAE

Género Chroococcus Naegeli, 1849

*Chroococcus turgidus* (Kuetzing) Naegeli, 1849

Lámina 1 Figura 9 A, B

Prescot, 1970: pág 450.

Basónimo: *Protococcus turgidus* Kützing, 1946

Sinónimos: *Protococcus turgidus* Kützing 1846; *Gloeocapsa turgida* (Kützing) Hollerbach 1937; *Trochiscia dimidiata* Kützing 1834; *Chroococcus dimidiatus* (Kützing) Nägeli 1849; *Anacystis dimidiata* (Kützing) Drouet & Daily 1952.

Células esféricas u ovoides, solitarias o coloniales en grupo de 2 a 4 células, rodeadas de estuche mucilaginoso grueso, este es incoloro o amarillento. Células de un color verde oscuro con granulaciones citoplasmáticas.

Dimensiones celulares: Colonia longitud: 18 µm-28 µm.; diámetro 23 µm-42 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.6, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Chroococcus* sp. Naegeli, 1849

Lámina 1 Figura 9 C

Colonias de 4 células de forma esférica de color verde, no se aprecia granulaciones citoplasmáticas. Presentan un estuche mucilaginoso hialino.

Dimensiones celulares: Colonia longitud 5  $\mu\text{m}$ -6  $\mu\text{m}$ .; diámetro 6  $\mu\text{m}$ -7  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.2.6, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.4.2, E.4.4.

Género *Merismopedia* Meyen, 1839

*Merismopedia* sp. Meyen, 1839

Lámina 1 Figura 9 D

Colonias planas rectangulares; células ovoides o cilíndricas dispuestas en filas perpendiculares entre sí, envueltas en un estuche mucilaginoso homogéneo, hialino, casi imperceptible.

Dimensiones celulares: longitud 4  $\mu\text{m}$ .; diámetro 2,5  $\mu\text{m}$ -3  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.2.3, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

Género *Eucapsis* Clements y Shantz, 1909

*Eucapsis* sp. Clements y Shantz, 1909

Lámina 1 Figura 9 E

Células esféricas, dispuestas en tres dimensiones en filas perpendiculares; forman grandes colonias compuestas por sub-colonias, en grupos de cuatro, envueltas por un mucílago incoloro, hialino. Células de color verde brillante.

Dimensiones celulares: largo 4  $\mu\text{m}$ -5  $\mu\text{m}$ , diámetro 6  $\mu\text{m}$ -7  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.2.2, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Asterocapsa* Chu, 1952

*Asterocapsa* sp. Chu, 1952

Lámina 1 Figura 9 F

Colonias de células más o menos esféricas u ovaladas, formando aglomeraciones irregulares. Envueltas en sobres mucilaginosos gruesos, que son incoloros o coloreados por pigmentos de la envoltura (color amarillo, verde oliva).

Dimensiones celulares: colonia, largo 37  $\mu\text{m}$ -39  $\mu\text{m}$ , diámetro 22  $\mu\text{m}$ -25  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.2, E.2.6, E.4.2, E.4.4, E.4.6.

## ORDER HORMOGONALES

### FAMILIA OSCILLATORIACEAE

Género *Spirulina* Turpin, 1827

*Spirulina* sp. Turpin, 1827

Lámina 2 Figura 10 G

Tricoma unicelular, con numerosas espiras regulares. Las células vivas, presenta movimientos espiralados muy activo.

Dimensiones celulares: tricoma 2  $\mu\text{m}$ , ancho de la espira 1  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.4, E.3.4, E.3.5, E.4.2, E.4.4.

Género *Oscillatoria* Vaucher, 1803

*Oscillatoria princeps* Vaucher, 1803

Lámina 2 Figura 10 A, B

Komárek y Anagnostidis, 2005: pág 590

Tricomas solitarios, de un color negro verdusco, estrechándose ligeramente en el ápice, membrana externa ampliamente convexa y lisa.

Dimensiones celulares: largo 4  $\mu\text{m}$ -8,7 $\mu\text{m}$  y diámetro 32 $\mu\text{m}$ -55  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.4, E.2.6, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Oscillatoria* sp. Vaucher, 1803

Lámina 2 Figura 10 C, D

Tricomas solitarios, de color verde, región apical atenuada y extremo basal truncado del tricoma. Células más anchas que largas.

Dimensiones celulares: largo 1,1  $\mu\text{m}$ -2,1  $\mu\text{m}$ , ancho 4,4  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2.

Género *Lyngbya* Agardh, 1824

*Lyngbya* sp. Agardh, 1824

Lámina 2 Figura 10 E, F

Tricomas no ramificados, filamentos gruesos, envueltos en un estuche mucilaginoso.

Viven formando masas flotantes o adheridas a diversos sustratos.

Dimensiones celulares: largo 2,5  $\mu\text{m}$ ; ancho 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.3.2, E.4.2, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Microcoleus* Desmazières, 1823

*Microcoleus* cf. *autumnalis*

Lámina 3 Figura 11 A

Tricomas con diferenciación basal- distal, ápice capitado, células ligeramente cuadradas.

Dimensiones celulares: largo 5  $\mu\text{m}$ , ancho 4  $\mu\text{m}$ -5  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.3.5, E.4.2, E.4.4, E.4.5; E.4.6.

#### FAMILIA NOSTOCACEAE

Género *Anabaena* Bory, 1822

*Anabaena* sp. Bory, 1822

Lámina 3 Figura 11 B

Especie filamentosa, tricomas rectas; células vegetativas constreñidas en intervalos, lejos de los heterocistos. Acinetos en formas ovaladas y adyacentes a los heterocistos que tienen forma cilíndrica.

Dimensiones celulares: células vegetativas largo 10  $\mu\text{m}$ , ancho 5  $\mu\text{m}$ ; acinetos 15  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.6, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5 E.4.6.

Género *Nostoc* Vaucher, 1903

*Nostoc* sp. Vaucher, 1903

Lámina 3 Figura 11 C

Colonia de forma esférica y compuesta de tricomas uniseriados no ramificados sin diferenciación basal distal, células cilíndricas formando filamentos moniliformes (forma de collar, compuesto por una serie de segmentos más o menos esféricos), encerradas en mucilago espeso. Son de color azul verdoso.

Material estudiado: E.2.2.

## FAMILIA PSEUDANABAENACEAE

Género *Pseudanabaena* Lauterborn, 1915

*Pseudanabaena* sp. Lauterborn, 1915

### Lámina 3 Figura 11 D

Tricomas solitarios, rectos con constricciones visibles en las paredes transversales. Sin envoltura mucilaginosa.

Dimensiones celulares: largo 4  $\mu\text{m}$ , ancho 1  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.5, E.2.3, E.2.4, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5 E.4.6.

### 3.4.2 División Chlorophyta

Se determinaron 29 taxa perteneciente a los 19 géneros, 6 órdenes distribuidas en las siguientes familias: Chlamydomonaceae (1 especie), Volvocaceae (2), Cladophoraceae (1), Oedogoniaceae (1), Hydrodictyceae (2), Coelastraceae (1), Scenedesmaceae (4), Oocystaceae (1), Zygnemataceae (3), Desmidiaceae (12), Mesotaeniaceae (1).

## ORDEN VOLVOCALES

### FAMILIA CHLAMYDOMONADACEAE

Género *Chlamydomonas* Ehrenberg, 1835

*Chlamydomonas* sp. Ehrenberg, 1835

### Lámina 4 Figura 12 D

Célula pequeña de forma ovoide o esférica, de la parte apical surgen 2 flagelos.

Cloroplasto en forma de copa.

Dimensiones celulares: no se pudo medir

Material estudiado: E.1.3.

FAMILIA VOLVOCACEAE

Género Pandorina Bory, 1824

*Pandorina morum* Bory, 1824

Lámina 4 Figura 12 C

Prescot, 1970: pág. 75

Basónimo: *Volvox morum* O.F.Müller

Sinónimo: *Volvox morum* O.F.Müller 1786

Colonia por lo general oval. Las células de forma piriforme, apiñadas, usualmente en 16 células.

Dimensiones celulares: longitud 12 µm-17 µm; diámetro 10 µm-15 µm.

Material estudiado: E.1.6.

Género Eudorina Ehrenberg, 1832

*Eudorina elegans* Ehrenberg, 1832

Lámina 4 Figura 12 A, B

Prescot, 1970: pág. 76

Sinónimo: *Pandorina elegans* (Ehrenberg) Dujardin, 1841, *Eudorina stagnale* Wolle, 1887

Colonias esféricas u ovaladas con 16-32 células ovoides dispuestas uniformemente dispuestos dentro de un estuche mucilaginoso. Las células usualmente se extienden cerca de la periferia de la envoltura.

Dimensiones celulares: diámetro 10 µm-20 µm; colonias hasta 200 µm de diámetro.

Material estudiado: E.1.6.



ORDEN CLADOPHORALES

FAMILIA CLADOPHORACEAE

Género *Cladophora* Kuetzing, 1843

*Cladophora* sp. Kuetzing, 1843

Lámina 5 Figura 13 A, B

Filamentos ramificados largos, uniseriados, entremezclados. Células cilíndricas, alargadas; cloroplasto reticulado, pirenoides abundantes; pared celular gruesa, lamelada. La célula basal se modificada en una zona de fijación.

Dimensiones celulares: largo 40  $\mu\text{m}$  - 60  $\mu\text{m}$ ; ancho 5  $\mu\text{m}$  – 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.2.

ORDEN OEDOGONIALES

FAMILIA OEDOGONIACEAE

Género *Oedogonium* Link, 1820

*Oedogonium* sp. Link, 1820

Lámina 5 Figura 13 C

Filamentos uniseriados no ramificados unidos a sustrato por las células basales, las cuales se transforman en su parte inferior en una estructura de adhesión. Células cilíndricas con el extremo distal ancho.

Dimensiones celulares: largo 18  $\mu\text{m}$ -35  $\mu\text{m}$ ; ancho 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.4, E.2.6, E.4.1, E.4.3, E.4.4, E.4.5 E.4.6.

ORDEN CHLOROCCOCALES

FAMILIA HYDRODICTYACEAE

Género *Pediastrum* Meyen, 1829

*Pediastrum tetras* (Ehrenb) Ralfs, 1844

Lámina 5 Figura 13 D

Prescot, 1970: pág. 227

Basónimo: *Micrasterias tetras* Ehrenberg

Sinónimo: *Pediastrum ehrenbergii* (Corda) A.Braun; *Pediastrum tetras* var. *excisum* Rabenhorst 1868

Cenobios con células ordenadas en forma concéntrica, no perforados, en general con 4-16 células. Células marginales con dos proyecciones sin apéndices, cada una con dos ramas; las ramas internas en general más largas que las externas, que a menudo están reducidas a proyecciones como verrugas o casi ausentes; incisiones entre las proyecciones en forma de U; células internas poligonales, con incisiones en U en forma estrecha.

Dimensiones celulares: cenobio 40 µm de largo, células 8 µm-12 µm de diámetro.

Material estudiado: E1.1, E2.1.

Género *Sorastrum* Kuetzing, 1845

*Sorastrum* sp.Kuetzing, 1845

Lámina 5 Figura 13 E

Colonias esféricas, células en forma de corazón, dos espinas dirigidas hacia el exterior.

Dimensiones celulares: largo 15 µm, diámetro 10 µm, espinas 5 µm,

Material estudiado: E.3.5.

## FAMILIA COELASTRACEAE

Género *Coelastrum* Naegeli en Kuetzing, 1849

*Coelastrum proboscideum* Bohlin, 1897

Lámina 5 Figura 13 F, G

Prescot, 1970: pág. 230

Cenobio cubico, compuesto de 4-8-16-32 células en forma de cono truncado con el vértice dirigido hacia el exterior, el lateral de las paredes inferiores de la célula adosadas sobre un gran espacio en el centro del cenobio.

Dimensiones celulares: diámetro de la célula 8  $\mu\text{m}$ -15  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.3.5.

## FAMILIA SCENEDESMACEAE

Género *Scenedesmus* Meyen, 1829

*Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chodat, 1902

Lámina 6 Figura 14 B

Prescot, 1970: pág. 275

Basónimo: *Selenastrum acuminatum* Lagerheim

Sinónimos: *Selenastrum acuminatum* Lagerheim; *Scenedesmus obliquus* var. *acuminatus* (Lagerheim) Chodat; *Scenedesmus falcatus* Chodat 1894; *Scenedesmus acuminatus* var. *minor* G.M.Smith 1916; *Scenedesmus acuminatus* var. *elongatus* G.M.Smith 1926.

Cenobios de 4-8 células, ordenadas linealmente hasta fuertemente alternadas, a veces no solo en un plano; células contactando como máximo en un quinto de su longitud. Células finamente fusiformes con extremos alargados y largamente agudos, súbitamente atenuados o terminando en una punta roma. Las células internas ligeramente torcidas en forma de

arco hasta casi rectas, el extremo siempre arqueado hacia fuera del cenobio. En los cenobios alternos los extremos celulares salientes son más extendidos.

Dimensiones celulares: largo 14,4  $\mu\text{m}$ -22,8  $\mu\text{m}$ , diámetro 3  $\mu\text{m}$ -5,1  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.3.3, E.3.6, E.4.4.

*Scenedesmus dimorphus* (Turp.) kuetzing, 1833

Lámina 6 Figura 14 C

Prescot, 1970: pág. 277

Basónimo: *Achnanthes dimorpha* Turpin

Sinónimo: *Scenedesmus antennatus* Brébisson; *Scenedesmus acutus* var. *obliquus*

Rabenhorst; *Scenedesmus acutus* f. *costulatus* (Chodat) Uherkovich; *Scenedesmus costulatus* Chodat 1909

Células ovoides- cilíndricas, sin espinas o cuernos, pared lisa, ordenadas alternadamente en zigzag, conectadas lateralmente. Células externas ligeramente fusiformes, con extremos redondeados. Células internas elípticas.

Dimensiones celulares: longitud 16  $\mu\text{m}$ -22  $\mu\text{m}$ , diámetro 3  $\mu\text{m}$ -6  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.3.3, E.3.5, E.4.1, E.4.4.

Género Desmodesmus

*Desmodesmus abundans* (Kirch) Chodat, 1913

Lámina 6 Figura 14 A

Prescot, 1970: pág. 274

Basónimo: *Scenedesmus caudatus* f. *abundans* Kirchner

Sinónimos: *Scenedesmus caudatus* f. *abundans* Kirchner, *Scenedesmus quadricauda* var.

*abundans* (Kirchner) Hansgirg, 1888, *Scenedesmus abundans* (O.Kirchner) Chodat, 1913.

Cenobios planos generalmente de 2-4 células cilíndricas o algo ovoides, polos redondeados. Presenta una espina larga en cada polo del cenobio, unas más cortas en los polos de las células internas y dos en los lados de las externas.

Dimensiones celulares: largo 7,5  $\mu\text{m}$  -11,3  $\mu\text{m}$ , diámetro 2,9  $\mu\text{m}$  -4,6  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.4.4.

*Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E.Hegewald, 2000

Lámina 6 Figura 14 D, E

Prescot, 1970: pág.277

Basónimo: *Scenedesmus brasiliensis* Bohlin

Sinónimo: *Scenedesmus brasiliensis* Bohlin 1897

Cenobios generalmente de 4 células muy unidas, elipsoidales o estrechamente cilíndricas, dispuestas en series alineadas, ápices con dientes cortos de 1 a 4 pequeños denticulos y en sus lados ornamentaciones de la pared celular en forma de costilla. Línea media longitudinal entre los ápices

Dimensiones celulares: largo 11  $\mu\text{m}$ -24  $\mu\text{m}$ , ancho 2  $\mu\text{m}$ -6  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.3.5, E.4.4.

#### FAMILIA OOCYSTACEAE

Género *Ankistrodesmus* Corda, 1838

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, 1848

Lámina 6 Figura 14 F

Prescot, 1970: pág. 253

Basónimo: *Micrasterias falcatus* Corda

Sinónimo: *Micrasterias falcatus* Corda 1835; *Rhaphidium polymorphum* var. *falcatum* De Toni; *Rhaphidium fasciculatum* Kützing 1845; *Ankistrodesmus lundbergii* Koshikov 1953

Células aciculares, solitarias o formando grupos de 2 a 32 individuos, no presenta estuche.

Dimensiones celulares: longitud 25 µm-75 µm; ancho 2 µm-6 µm.

Material estudiado: E.2.3

## ORDEN ZYGNEMATALES

### FAMILIA ZYGNEMATACEAE

Género Mougeotia (Agardh) Wittrock, 1824

*Mougeotia* sp. (Agardh) Wittrock, 1824

Lámina 7 Figura 15 A

Filamentos no ramificados de células donde no hay una diferenciación basal-distal, cloroplastos con 4-6 pirenoides en una sola serie.

Dimensiones celulares: largo 70 µm-73 µm; ancho 17 µm-18 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.2.4, E.2.6, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género Zygnema Agardh, 1824

*Zygnema* sp Agardh, 1824

Lámina 7 Figura 15 B

Filamentos no ramificados de células cilíndricas. Las células tienen dos cloroplastos estrellados ubicados en zona axial, con pirenoides centrales.

Dimensiones celulares: largo 25 µm-54 µm; ancho 20 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.4, E.2.1, E.3.6, E.4.1.

Género *Spirogyra* Link, 1820

*Spirogyra* sp. Link, 1820

Lámina 7 Figura 15 C

Filamentos largos no ramificados, sin diferenciación basal-distal. Células cilíndricas, se caracterizan por presentar cloroplastos en forma de cinta, que se disponen enrollados en una perfecta espiral, pegados a la pared de las células.

Dimensiones celulares: largo 35 µm-40 µm; ancho 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

#### FAMILIA DESMIDIACEAE

Género *Closterium* Nitzsch ex Ralfs, 1848

*Closterium kuetzingii* Brébisson 1856

Lámina 7 Figura 15 D

Jhon *et al.*, 2005: pág. 523

Sinónimo: *Closterium kuetzingii* var. *onchyosporum* West & G.S. West 1905, *Closterium kuetzingii* var. *leave* Willi Krieger 1935.

Célula ligeramente recta en casi toda su longitud, porción media fusiforme lanceolada, ambos márgenes más o menos ligeramente convexos, ápices ligeramente curvados.

Dimensiones celulares: longitud 298 µm, ancho 20 µm.

Material estudiado: E.3.3, E.3.4.

*Closterium lunula* Ehrenberg y Hemprich ex Ralfs 1848

Lámina 7 Figura 15 E

Jhon et al., 2005: pág. 516

Sinónimos: *Echinella radiosa* Acharius; *Closterium affine* F.Gay; *Closterium lunula* f. *coloratum* (G.A.Klebs) Kossinskaja; *Closterium lunula* f. *minus* West & G.S.West 1904

Células con márgenes lisos, de color verde brillante. Célula semilunar, polos redondeados a truncados, se adelgazan gradualmente hacia los ápices, con la pared dorsal y ventral convexa, región media amplia. Cinco o seis veces más largo que ancho, pirenoides 9-10 no alineado.

Dimensiones celulares: longitud 400 µm-650 µm; ancho 60 µm-100 µm

Material estudiado: E.1.1, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.6, E.3.1, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.5 E.4.6

*Closterium* sp. Nitzsch ex Ralfs, 1848

Lámina 7 Figura 15 F

Células rectas, fusiformes, con ápices que se adelgazan progresivamente en grado variable y sin constricción en la parte media de la célula; cloroplastos axiales, pirenoides alineados; pared celular lisa, la parte ecuatorial puede presentar bandas de crecimiento longitudinal que se producen después de la división celular.

Dimensiones celulares: longitud 202 µm-204 µm; ancho 35 µm-36 µm.

Material estudiado: E.2.2, E.2.4, E.3.5, E.4.1, E.4.5 E.4.6.



Género *Cosmarium* Corda ex Ralfs, 1848

*Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs, 1848

Lámina 8 Figura 16 A

Jhon et al., 2005: pág. 534

Sinónimo: *Euastrum botrytis* (Ralfs) Nägeli 1849

Semi-células de forma oval-piramidal con base plana, lados ligeramente granular con pequeños gránulos redondeados de tamaño uniforme. Istmo lineal profundo.

Dimensiones celulares: largo 60 µm-111 µm, ancho 51 µm-85 µm, istmo 14 µm-18 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.5 E.4.6.

*Cosmarium contractum* Kirchner, 1878

Lámina 8 Figura 16 B

Jhon et al., 2005: pág. 532

Sinónimo: *Cosmarium contractum* f. *jacobsenii* (J.Roy) West & G.S. West

Semi-células de forma elipsoidal, con ápices ligeramente aplanados; paredes lisas y finamente punteada.

Dimensiones celulares: largo 30 µm-54 µm, ancho 17 µm-34 µm, istmo 4 µm-10 µm de ancho

Material estudiado: E1.2, E2.3, E2.5, E2.6, E3.1, E3.2, E3.3, E3.4, E3.6, E4.3, E4.5.

*Cosmarium margaritatum* (Lundell) Roy et Bisset, 1886

Lámina 8 Figura 16 C

Jhon et al., 2005: pág. 534

Basiónimo: *Cosmarium latum* var. *margaritatum* P.Lundell

Sinónimo: *Cosmarium latum* var. *margaritatum* P.Lundell 1871

Semi-célula subrectangular, márgenes laterales rectos o convexos, gránulos grandes que abarcan la cara de las semi-celulas en filas alrededor de 12 en cada dirección.

Dimensiones celulares: largo 6  $\mu\text{m}$  -105  $\mu\text{m}$ ; ancho 56  $\mu\text{m}$  -82  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.2.5, E.2.6, E.3.5, E.4.4.

*Cosmarium nymannianum* Grunow, 1868

Lámina 8 Figura 16 D

Jhon et al., 2005: pág. 533

Semi-célula truncada piramidal, lados lisos libres de poros. Márgenes laterales convexos.

Dimensiones celulares: largo 34  $\mu\text{m}$ -54  $\mu\text{m}$ , ancho 29  $\mu\text{m}$ -42  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.2.4, E.2.6, E.3.5.

*Cosmarium pachydermum* Lundell, 1871

Lámina 8 Figura 16 E

Jhon et al., 2005: pág.537

Semi-célula semicircular con ángulos basales redondeados. Pared gruesa, liso y densamente punteada. Sinus profundo, estrecho y lineal, abierto internamente.

Dimensiones celulares: largo 52  $\mu\text{m}$ -125  $\mu\text{m}$ ; ancho 39  $\mu\text{m}$ -92  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.3, E.2.6, E.3.5.

*Cosmarium subspeciosum* Nordstedt, 1875

Lámina 8 Figura 16 F

Jhon et al., 2005: pág. 550

Sinónimo: *Cosmarium subspeciosum* var. *simplicius* Jao

Semi-célula piramidal truncado, ángulos basales redondeados, márgenes laterales con ondulaciones; istmo con constricción mediana, profundidad, sinus estrecho y cerrado a lo largo.

Dimensiones celulares: largo 49 µm-55 µm; ancho 33 µm-50 µm; istmo 10 µm- 14 µm.

Material estudiado: E.3.1, E.3.5.

Género *Micrasterias* Agardh,

*Micrasterias truncata* var. *pusilla* West, 1914

Lámina 9 Figura 17 A

Samanez, 1997: pág. 35

Lóbulos apical y basal con los extremos fusiformes, lóbulos laterales con 2 dientes en los extremos, incisiones interlobulares moderadamente profundas y usualmente algo abiertas; pared células incolora o fuertemente punteada.

Dimensiones celulares: longitud 55 µm, ancho 45 µm.

Material estudiado: E.2.3; E.4.5.

*Micrasterias laticeps* var. *laticeps* Nordstedt, 1870

Lámina 9 Figura 17 B

Samanez, 1997: pág. 33

Células más anchas que largas, profundamente constricta en la región media, forma similar tanto de lóbulo apical y basal; estos son ampliamente cónicos y con ápices agudos, lóbulos internos casi rectos con los ápices bífidos.

Dimensiones celulares: largo 102  $\mu\text{m}$ - 146  $\mu\text{m}$ , ancho 122  $\mu\text{m}$ -160  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.6, E.4.5.

Género *Desmidium* Agardh ex Ralfs, 1848

Lámina 9 Figura 17 C, D

*Desmidium aptogonum* Brébisson ex Kützing, 1849

Samanez, 1997: pág. 59

Sinónimos: *Desmidium aprogonum* Brébisson 1835, *Aptogonum desmidium* Ralfs 1848

Células más ancho que largo, constricción poco profunda, presenta una extensa prominencia apical, mediante la cual se unen las células formando extensas cadenas, ángulos laterales redondeados. Vista superior forma triangular.

Dimensiones celulares: longitud 18  $\mu\text{m}$ , ancho 31,5  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.6.

#### FAMILIA MESOTAENIACEAE

Género *Netrium* (Ehrenberg) Itzigsohn y Rothe, 1856

*Netrium* sp. (Ehrenberg) Itzigsohn y Rothe, 1856

Lámina 9 Figura 17 F

Célula larga, cilíndrica con márgenes lisos, con ápices ampliamente redondeados sin constricción en la región media. Presenta 4 cloroplastos.

Dimensiones celulares: largo 247  $\mu\text{m}$ ; ancho 44  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.4, E.2.6.

### 3.4.3 División Euglenophyta

Se determinaron 6 taxa perteneciente a los 4 géneros, 1 orden distribuido en la siguiente familia: Euglenaceae (6 especies).

#### ORDEN EUGLENALES

#### FAMILIA EUGLENACEAE

Género *Euglena* Ehrenberg, 1838

*Euglena oxyuris* Schmarda, 1846

Lámina 10 Figura 18 A

Prescot, 1970: Pág. 393

Célula alargada cilíndrica; extremo anterior redondeado, disminuyendo posteriormente para formar un extremo puntiagudo. Numerosos cloroplastos discoides.

Dimensiones celulares: largo 85  $\mu\text{m}$ , ancho 15  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.2.4, E.4.6.

*Euglena* sp. Ehrenberg, 1838

Lámina 10 Figura 18 B

Célula casi cilíndrica, disminuyendo hacia el extremo anterior, parte central amplio.

Numerosos cloroplastos.

Dimensiones celulares: largo 55  $\mu\text{m}$ , ancho 20  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.3, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.3.5, E.4.4.

Género *Phacus* Dujardin, 1841

*Phacus pleuronectes* Dujardin, 1841

Lámina 10 Figura 18 D

Prescot, 1970: Pág. 402

Basónimo: *Cercaria pleuronectes* O.F.Müller

Sinónimo: *Cercaria pleuronectes* O.F.Müller; *Phacus pleuronectes* var. *triquetra*; (Ehrenberg) Klebs 1883; *Phacus pleuronectes* var. *insecta* Koczwara 1915; *Phacus prunoideus* Roll 1925; *Phacus megapyrenoidea* Roll 1925; *Phacus cuminata* var. *megapyrenoidea* (Roll) Pochmann 1942; *Phacus pleuronectes* var. *prunoideus* (Roll) T.G.Popova 1955; *Phacus granulatus* var. *laevis* Z.X. Shi 1996

Célula plana, ampliamente ovoide, caudus puntiagudo que gira oblicuamente hacia la derecha; periplasto es estriado longitudinalmente, flagelo es igual o más largo que el cuerpo.

Dimensiones celulares: largo 39 µm-55 µm, diámetro 22 µm-33 µm.

Material estudiado: E1.3, E1.6, E4.6.

*Phacus* sp. Dujardin, 1841

Lámina 10 Figura 18 C

Célula comprimida, forma ligeramente ovoide con dos pequeñas constricciones laterales, no se aprecia estriaciones en el periplasto, caudus largo, curvado y puntiagudo.

Dimensiones celulares: largo 25 µm, diámetro 15 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.3, E.4.3.

Género *Trachelomonas* Ehrenberg, 1835

*Trachelomona hispida* (Perty) Stein, 1878

#### Lámina 10 Figura 18 F

Prescot, 1970: Pág. 414

Basiónimo: *Chonemonas hispida* Perty

Sinónimo: *Chonemonas hispida* Perty 1849; *Chonemonas schrankii* var. *hispida* (Perty)

Perty 1852; *Chaetoglana volvocina* Ehrenberg 1835

Célula ovoide, pequeñas espinas cónicas distribuidas por toda la pared lorica. Apertura del poro flagelar por donde emerge un flagelo.

Dimensiones celulares: largo 29 µm-31 µm, ancho 24 µm-26 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.2.3, E.2.4, E.3.3, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

#### Género *Lepocinclis* Perty, 1849

*Lepocinclis* sp. Perty, 1849

#### Lámina 10 Figura 18 E

Célula ovoide, en el extremo anterior surge un solo flagelo que es una o dos veces más largo de la célula.

Dimensiones celulares: largo 30 µm, ancho 20 µm.

Material estudiado: E.3.5, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

#### 3.4.4 División Bacillariophyta

Se determinaron 59 taxa perteneciente a los 37 géneros, de los órdenes Centrales y Pennales distribuidas en las siguientes familias: Thalassiosiraceae (5 especies), Eunatiaceae (3), Naviculaceae (15), Cymbellaceae (10), Epithemiaceae (3), Surirellaceae (2), Sellaphoraceae (1), Nitzschiaceae (6), Bacillariaceae (2), Fragillariaceae (4), Achnanthaceae (5).

ORDEN CENTRALES

FAMILIA THALASSIOSIRACEAE

Género *Cyclotella* Kützing, 1834

*Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844

Lámina 11 Figura 19 A

Round *et al.*, 1990: pág. 144

Sinónimos: *Cyclotella kützingiana* var. *meneghiniana* (Kützing) Brun 1880,  
*Stephanocyclus meneghiniana* (Kützing) Skabichevskii 1975

Valvas de contornos circulares, con una zona marginal estriada que ocupa menos de 1/3 del diámetro valvar, 1 a 9 procesos reforzados. Área central lisa. En vista cingular se observa una superficie ondulada. Presenta una sola fultopórtula marginal.

Dimensiones celulares: diámetro 4,5 µm-33 µm.

Material estudiado: E.3.3

*Cyclotella* sp. Kützing, 1834

Lámina 11 Figura 19 B

Valvas de contornos circulares, Estrías gruesas, área central lisa. Región central sin fultopórtulas. En vista cingular se observa una superficie ondulada.

Dimensiones celulares: diámetro 15 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.3, E.3.5, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Melosiraceae* Agardh, 1824

*Melosira varians* Agardh, 1827

Lámina 11 Figura 19 C



En Potapova, 2009

Basiónimo: *Meloseira varians* Agardh 1827

Sinónimos: *Lysigonium varians* (C.Agardh) De Toni 1892

Células cilíndricas, formando largas cadenas. Cara de la valva con ninguna o poca ornamentación.

Dimensiones celulares: eje transapical 6 µm-30 µm, diámetro de la valva 5 µm-15 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.2, E.2.5.E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5; E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5.

Género *Pleurosira* (Meneghini) San Leon, 1848

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère 1982

Lámina 11 Figura 19 D, E, F

Round *et al.*, 1990: Pág. 230

Basiónimo: *Biddulphia laevis* Ehrenberg

Sinónimos: *Biddulphia laevis* Ehrenberg 1843; *Cerataulus laevis* (Ehrenberg) Ralfs 1861.

Valvas circular o elíptica. La cara de la valva es ligeramente hemisférica. Presentan dos ocelos posicionados uno frente al otro, estos no son del mismo tamaño, uno es más grande que el otro. Dos rimoportulas rodeadas de una pequeña área hyalina. Las células se unen en cadenas en zigzag, unidas entre sí por el mucílago de los ocelos de una célula opuesta.

Dimensiones celulares: diámetro 65 µm-120 µm

Material estudiado: E1.1, E1.2, E1.3, E1.4, E2.2, E.3.5, E4.4, E4.5, E4.6.

## FAMILIA ANAULACEAE

Género *Terpsinoe* Ehrenberg, 1843

*Terpsinoe musica* Ehrenberg, 1843

Lámina 11 Figura 19 G, H

Round *et al.*, 1990:pág. 256

Frústulos muy silificados. Valva generalmente triondulante en vista valvar, con tres inflaciones que son casi iguales en ancho. Los ápices de las valvas son rostrados a capitado y poseen pseudocelo. Costillas internas en cada inflación de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 56  $\mu\text{m}$ -133  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 32  $\mu\text{m}$ -44  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.3, E.2.6, E.4.1, E.4.3, E.4.4, E.4.5.

## ORDEN PENNALES

### FAMILIA EUNOTIACEAE

Género *Eunotia* Ehrenberg, 1837

*Eunotia* sp. Ehrenberg, 1837

Lámina 12 Figura 20 C, D

Valvas con margen dorsal convexa y margen ventral ligeramente recta. Nódulos terminales en los extremos. Estrías transapicales paralelas en la región media y ligeramente radiadas.

Dimensiones celulares: eje apical 65  $\mu\text{m}$ , eje transapical 12  $\mu\text{m}$ , estrías 9 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.5, E.2.6, E3.2, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Eunotia didyma* Grunow

Lámina 12 Figura 20 B

Brugalli *et al.*, 2011: pág. 6

Valvas con margen dorsal convexa y margen ventral cóncava, formando dos ondulaciones (jorobas). Nódulos terminales en los extremos. Estrías paralelas que irradian en los vértices.

Dimensiones celulares: eje apical 25  $\mu\text{m}$ -26  $\mu\text{m}$ , eje transapical 7,5  $\mu\text{m}$ , estrías 16-17 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1

*Eunotia didyma* var. *claviculata* Hustedt

Lámina 12 Figura 20 A

Dunck *et al.*, 2012: pág 302

Valvas ligeramente arqueadas. La presciencia de hinchazón redondeada en la región media en ambos márgenes (ventral y dorsal). Estrías transapicales paralelas en la región media, levemente o fuertemente radiadas en los extremos. Nódulos terminales visibles en los extremos.

Dimensiones celulares: eje apical 38  $\mu\text{m}$ -100  $\mu\text{m}$ , estrías 8-14 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1

FAMILIA NAVICULACEAE

Género *Frustulia* Rabenhorst, 1853

*Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni, 1891

Lámina 12 Figura 20 E

Round *et al.*, 1990: pág. 538

Basónimo: *Navicula rhomboides* Ehrenberg

Sinónimos: *Navicula rhomboides* Ehrenberg 1843; *Vanheurckia rhomboides* (Ehrenberg)

Brébisson 1869; *Brebissonia rhomboides* (Ehrenberg) Kuntze 1898

Válvulas romboidales o lanceoladas. Ápices claramente redondeados. Rafe central y conteniendo una costilla media que se extiende la mayor parte de la longitud de la valva.

En los vértices de la costilla del rafe tiene la apariencia de una punta de un lápiz.

Dimensiones celulares: eje apical 40 µm-160 µm, eje transapical 12 µm-30 µm.

Material estudiado: E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.2, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.4, E.3.5, E.4.1, E.4.3, E.4.6.

Género *Stauroneis* Ehrenberg, 1843

*Stauroneis* sp. Ehrenberg, 1843

Lámina 13 Figura 21 A, B

Las valvas lanceoladas con ápices redondeados. El stauros es relativamente estrecho y casi rectangular.

Dimensiones celulares: eje apical 130µm; eje transapical 15µm; estrías 13 en 10 µm

Material estudiado: E.1.3 E.1.4, E.1.5, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.6.

Género *Navicula* Bory, 1822

*Navicula geronimensis* Potapova y Charles, 2004

Lámina 13 Figura 21 C

En Potapova, 2011

Las válvulas son lineales-lanceoladas. Zona Axial es estrecha. Área de Central es fuertemente asimétrica, y bordeado por estrías irregularmente acortadas en el lado primario

y semi-semilunar en forma en el lado secundario en forma de cuña. Rafe es casi recto. Extremos del rafe proximales están ligeramente expandidos y fuertemente desviados hacia el lado primario. Fisuras del rafe Terminal son desviadas hacia el lado primario y se bifurcan en los ápices de las válvulas. Las estrias son irradie en la parte central de la válvula y cerca de los ápices paralelas.

Dimensiones celulares: eje apical 46  $\mu\text{m}$ -50  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 8  $\mu\text{m}$ -9  $\mu\text{m}$ ; estrias 9-10 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.6, E.4.5, E.4.6.

*Navicula symmetrica* Patrick, 1944

Lámina 13 Figura 21 F

En Manoylov, Hamilton, 2010

Basónimo: *Navicula symmetrica* Patrick 1944

Sinónimos: *Navicula schroeteri* var. *symmetrica* (Patrick) Lange-Bertalot

Las valvas son lineales-lanceoladas con ápices redondeados, estrechos. Zona central asimétrica. El rafe es filiforme con los extremos proximales del rafe agrandados que se desvió ligeramente de manera unilateral. Las estrias son fuertemente radiadas en el centro.

Dimensiones celulares: eje apical 24-34,5  $\mu\text{m}$ , eje transapical 5-6,5  $\mu\text{m}$ , estrias 12-17 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.2.1 E.2.3, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.5, E.4.6.

*Navicula* sp. Bory, 1822

Lámina 13 Figura 21 D

Las valvas son lanceoladas con ápices capitados redondeados. Estrías ligeramente paralelas hacia los ápices y radiadas en el área central. Área central elíptica.

Dimensiones celulares: eje apical 52-53  $\mu\text{m}$ , eje transapical 8-9  $\mu\text{m}$ , estrías 13 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5 E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Navicula subrhynchocephala* Hustedt 1935

Lámina 13 Figura 21 E

En Potapova, M. 2011

Basónimo: *Navicula subrhynchocephala* Hustedt 1935

Valvas son lineares-lanceoladas con ápice variables (capitado o subrostrado). Rafe recto. Las estrías se irradian, convirtiéndose en paralelo luego convergente en los vértices. Las estrías cerca del centro son rectas o muy ligeramente flexionadas.

Dimensiones celulares: eje apical 35 $\mu\text{m}$ -45 $\mu\text{m}$ , eje transapical 6 $\mu\text{m}$ -8  $\mu\text{m}$  y estrías 13-16 en 10 $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.6, E.3.5, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Gyrosigma* Hassall, 1845

*Gyrosigma* sp. Hassall, 1845

Lámina 14 Figura 22 A, B

Valvas son de forma sigmoides. La zona axial es estrecha y también sigmoide, que contiene un rafe sigmoide. Las estrías se componen de areolas puntiforme y forman filas que son perpendiculares y paralelas a los ejes apicales y transapicales. El área central es

elíptica. Rafe extremos proximal externos son desviados en direcciones opuestas una de la otra.

Dimensiones celulares: eje apical 185  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 25  $\mu\text{m}$ ; estrías 12 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.6, E.2.3, E.2.6, E.3.1, E.3.3, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Pleurosigma* Smith, 1852

*Pleurosigma* sp. Smith, 1852

Lámina 14 Figura 22 C, D

Las valvas y el rafe son sigmoides. Las estrías están dispuestas en filas de 3 patrones; una fila transapical y dos filas opuestas oblicuas. Zona axial estrecha y área central casi elíptica. De dos a cuatro plastidios en forma de cinta que se extienden de ápice a ápice.

Dimensiones celulares: eje apical 70  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 12  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6.

Género *Pinnularia* Ehrenberg, 1843

*Pinnularia major* (Kützinger) Rabenhorst, 1853

Lámina 15 Figura 23 A

Germain, 1976: pág. 185

Basónimo: *Frustulia major* Kützinger

Sinónimo: *Frustulia major* Kützinger 1833; *Navicula major* (Kützinger) Ehrenberg 1838

*Navicula major* (Kützinger) Kützinger 1844; *Schizonema majus* (Kützinger) Kuntze 1898.

Especie grande, valvas de lados paralelos con ápices subcapitado, rafe lateral moderadamente ancho con los extremos proximales del rafe agrandados que se desvió

ligeramente de manera unilateral. Estrías radiadas en el área central y convergente cerca a los ápices.

Dimensiones celulares: eje apical 160  $\mu\text{m}$ -230  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 24  $\mu\text{m}$ -30  $\mu\text{m}$ ; estrías 12-14 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.6, E.3.5, E.4.3, E.4.6.

*Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve, 1891

Lámina 15 Figura 23 B

Krammer- Large-Bartalot, 1997: pág. 158

Basiónimo: *Stauroptera microstauron* Ehrenberg 1843

Sinónimo: *Stauroptera microstauron* Ehrenberg 1843; *Stauroneis microstauron* (Ehrenberg) Kützing 1844; *Navicula microstauron* (Ehrenberg) O'Meara 1875; *Schizonema microstauron* (Ehrenberg) Kuntze 1898; *Pinnularia brebissonii* var. *subproducta* Van Heurck; *Navicula bicapitata* var. *hybrida* Grunow 1880; *Navicula subcapitata* var. *hybrida* (Grunow) Frenguelli 1923.

Valvas lineares con ápices rostrados. El área central es de forma de rombo, que se ensancha a lo largo del eje apical para formar una variable estrecha a ancha fascia transversal. El rafe es lateral y ligeramente curvada. Fisuras rafe distales tienen forma de comas o signos de interrogación. Las estrías se irradian fuertemente cerca del centro de la válvula, convirtiéndose fuertemente convergente cerca de los ápices.

Dimensiones celulares: eje apical 27,7  $\mu\text{m}$ -81,3  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 7,2  $\mu\text{m}$ -12,2  $\mu\text{m}$ ; estrías 9-11 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.2.1, E.2.2, E.2.4, E.2.6, E.3.4, E.4.1, E.4.4, E.4.5, E.4.6.



*Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, 1843

Lámina 15 Figura 23 C

Round *et al.*, 1990: pág. 556

Basónimo: *Bacillaria viridis* Nitzsch

Sinónimo: *Bacillaria viridis* Nitzsch 1817; *Frustulia viridis* (Nitzsch) Kützing 1833; *Navicula viridis* (Nitzsch) Ehrenberg 1833; *Schizonema viride* (Nitzsch) Kuntze 1898; *Navicula viridis* (Nitzsch) Kützing.

Valvas lineales con vértices redondeados. Las estrías ligeramente se irradian en el centro, y convergen en los ápices. Área axial estrecha cerca de los polos, y ampliándose gradualmente a la zona central elíptica.

Dimensiones celulares: eje apical 50 µm-90 µm; eje transapical 21 µm-30 µm; estrías 9-12 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.5, E.2.1, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.4.1, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve, 1894

*Diploneis elliptica* Kützing, 1844

Lámina 15 Figura 23 E

En Kamae, B. (2015).

Basónimo: *Navicula elliptica* Kützing 1844

Valvas elípticas, con ápices ampliamente redondeados. Rafe recto que no llega al extremo valvar. Área axial estrecha ligeramente ensanchada en el centro. Área central redondeada de forma elíptica.

Dimensiones celulares: eje apical 33 µm; eje transapical 30 µm-31 µm; estrías 10 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.5, E.2.6, E.3.3, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3.

Género *Amphipleura* Kützing, 1844

*Amphipleura lindheimeri* Kützing, 1844

Lámina 15 Figura 23 D

Round et al., 1990: pág. 536

Sinónimos: *Amphipleura pellucida* var. *lindheimeri* (Grunow) O'Hara 1889

*Amphiprora lindheimeri* (Grunow) Wolle 1890; *Amphipleura pellucida* var. *lindheimeri* (Grunow) Cleve 1894; *Berkeleya lindheimeri* (Grunow) Giffen 1970

Valvas rómbico-lanceoladas o fusiformes, ápices redondeados. Muy distintivo debido a rafe-ranuras cortas restringidas a los polos. Rafe corto y recto, cada rama varió desde 22,1 hasta 30,0  $\mu\text{m}$ .

Dimensiones celulares: eje apical: 68  $\mu\text{m}$ -128,7  $\mu\text{m}$ , eje transapical: 21,4  $\mu\text{m}$ ,

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5 E.2.6, E.3.1, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Luticola* Mann, 1990

*Luticola mutica* (Kützing).Mann, 1990

Lámina 15 Figura 23 F

Round et al., 1990: pág. 670

Basónimo: *Navicula mutica* Kützing

Sinónimo: *Navicula mutica* Kützing 1844; *Schizonema muticum* (Kützing) Kuntze 1898

*Placoneis mutica* (Kützing) Mereschowsky 1903; *Navicula mutica* (Kützing) Frenguelli 1924

Valvas lanceoladas a elípticas con ápices muy ampliamente obtuso. Terminaciones del rafe central desviados muy ligeramente en una dirección y fisuras polares desviadas en dirección opuesta, por debajo de los ápices de las válvulas. Estrías irradian en todas partes, compuesto por poros distintas. Una fila periférica de poros veces visibles en todo el margen de la válvula. Aislado de poros en un lado de la fascia transversal hialina.

Dimensiones celulares: Eje apical 6  $\mu\text{m}$ -30  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 4  $\mu\text{m}$ -12  $\mu\text{m}$ ; estrías 14-20 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.2.1, E.2.6, E.3.4, E.3.5, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Geissleria* Lange-Bertalot et Metzeltin 1996

*Geissleria decussis* (Østrup) Lange-Bertalot y Metzeltin 1996

Lámina 15 Figura 23 G

En Potapova, M. (2009)

Basónimo: *Navicula decussis* Østrup

Sinónimos: *Navicula decussis* Østrup 1910; *Navicula exiguiformis* Hustedt 1944

*Navicula exiguiformis* f. *capitata* Hustedt 1944; *Navicula terebrata* Hustedt 1944

*Placoneis exiguiformis* (Hustedt) Lange-Bertalot 2005.

Valvas son elíptica-lanceoladas con ápices ligeramente rostrados. Estrías son radiadas y a menudo desviadas. Estrías cortas y largas dispuestas alternadamente en la parte central. Rafe es recto y filiforme.

Dimensiones celulares: eje apical 16  $\mu\text{m}$ -30  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 6  $\mu\text{m}$ -9  $\mu\text{m}$ ; estrías 14-18 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.3.5, E.4.6.

## FAMILIA CYMBELLACEAE

Género *Cymbella* Agardh, 1830

*Cymbella affinis* Kützing, 1844

Lámina 16 Figura 24 A

En Potapova, M. 2011

Basónimo: *Cymbella affinis* Kützing 1844

Sinónimo: *Cymbella tumidula* Grunow, 1875

Las valvas son fuertemente dorso-ventral, con ápices subrostrados a rostrados. El margen dorsal está fuertemente arqueado, mientras que el margen ventral es ligeramente convexa o plana. La zona axial es estrecha, lineal. La zona central es muy pequeña o no distinta. Un estigma está presente en el extremo de las estrias medio. Los extremos del rafe proximales tienen poros centrales que se curvan hacia el lado ventral.

Dimensiones celulares: eje apical 19 µm-36 µm, eje transapical 6,9 µm-9 µm, estrias en el centro de la valva 9-12 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.5, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Cymbella cistula* (Ehrenberg) Kirchner, 1878

Lámina 16 Figura 24 B

Round et al., 1990: pág. 93

Basónimo: *Bacillaria cistula* Ehrenberg

Sinónimos: *Bacillaria cistula* Ehrenberg 1828; *Cocconema cistula* (Ehrenberg) Ehrenberg 1831; *Frustulia maculata* Kützing 1833; *Cocconema cistula* var. *maculata* (Kützing) Grunow 1881; *Cymbella cistula* var. *maculata* (Kützing) Van Heurck 1885; *Cymbella cistula* var. *crassa* Tempere & Peragallo 1909.

Margen dorsal de la valva es convexa y el margen ventral es ligeramente curvado. Ápices redondeados, las estrías son claramente punteadas. Los extremos proximales del rafe están ligeramente doblados hacia el lado ventral. Presenta un estrigma ubicado en la parte ventral de la zona central.

Dimensiones celulares: eje apical 35  $\mu\text{m}$  -180  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 15  $\mu\text{m}$  -36  $\mu\text{m}$ ; estrías centrales 6 y 9 estrías en los ápices en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5 E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, 1880

Lámina 16 Figura 24 C

Novelo, 2012: pág. 46

Basiónimo: *Cocconema tumidum* Brébisson

Sinónimo: *Cocconema tumidum* Brébisson 1849; *Cymbella stomatophora* Grunow 1875

Margen dorsal fuertemente convexo; margen ventral ligeramente cóncava, ápice truncado redondeado. Área central amplia, estrías radiadas en el centro de la valva. Las estrías son punteadas y uniseriadas; estigma bien diferenciado. Rafe ligeramente arqueado; extremos proximales redondeados dirigidos al lado ventral y extremos distales dirigidos hacia el lado dorsal.

Dimensiones celulares: eje apical 42  $\mu\text{m}$ -74  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 18  $\mu\text{m}$ -21  $\mu\text{m}$ ; estrías 10-15 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.1.6, E.2.5, E.3.2, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género Amphora Ehrenberg ex Kützinger, 1844

*Amphora* sp. Ehrenberg ex Kützinger, 1844

Lámina 16 Figura 24 D

Valvas semi elípticas, margen dorsal convavo, cingulum ligeramente amplio. Rafe excéntrico con extremos proximales desviados ligeramente hacia el lado dorsal.

Dimensiones celulares: eje apical 25  $\mu\text{m}$ ; eje pervalvar 13  $\mu\text{m}$ , estrías 13 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.3.1, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género Encyonema Kützinger, 1834

*Encyonema munitum* (Hilse) Mann, 1990

Lámina 16 Figura 24 E

Round et al., 1990: pág. 667

Basónimo: *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenhorst, 1862

Homotipo: *Cymbella minuta* Hilse 1862; *Cymbella gracilis* var. *minuta* (Hilse) Rabenhorst 1864; *Encyonema ventricosum* f. *minuta* (Hilse) Grunow 1880; *Cymbella ventricosa* f. *minuta* (Hilse) Mereschowsky 1906, *Cymbella ventricosa* f. *minuta* (Hilse) Cleve-Euler 1932; *Encyonema ventricosum* var. *minutum* (Hilse) Mayer 1947; *Cymbella ventricosa* var. *minuta* (Hilse) Cleve-Euler 1955

Valvas dorso-ventrales y simétricas al eje transapical, margen dorsal convexa o arqueado y margen ventral recto. Ápices de las valvas redondeados. Rafe más o menos recto con terminaciones centrales desviado dorsalmente y los extremos apicales desviado ventralmente.

Dimensiones celulares: eje apical 15  $\mu\text{m}$ -15,5  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 5,5  $\mu\text{m}$ . estrías 15-17 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.2, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.3, E.2.4, E.3.5, E.4.4.

*Encyonema cf. latum* Krammer 1997

Lámina 16 Figura 24 F

Valvas dorso-ventrales, margen dorsal convexa y margen ventral recta. Ápices de valvas redondeados. Rafe más o menos recto, con los extremos apicales desviados ventralmente.

Dimensiones celulares: eje apical 84  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 26  $\mu\text{m}$ . estrías 6 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.3 E.1.4, E.1.6. E.2.6, E.3.5, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

Género Gomphonema Ehrenberg, 1832

*Gomphonema gracile* Ehrenberg, 1838

Lámina 17 Figura 25 A

Novelo, 2012: pág. 64

Valvas lineales-lanceoladas o casi romboidal, asimétrica con respecto al eje apical, con ápices poco redondeados. Área axial estrecha, recta. Un lado de la zona axial tiene una estría corta y el otro lado tiene una estría más alargada con un estigma aislado en el extremo. Rafe es lateral, con el externo proximal que termina desviado hacia un lado y dilata ligeramente.

Dimensiones celulares: eje apical 25  $\mu\text{m}$ -90  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 5  $\mu\text{m}$  -13  $\mu\text{m}$ ; estrías 12-16 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.4, E.2.6, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.4, E.4.5.

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, 1849

Lámina 17 Figura 25 B

Round, 1990: pág. 93

Basónimo: *Sphenella parvula* Kützing, 1844

Sinónimo: *Sphenella parvula* Kützing, 1844; *Gomphonema lagenula* Kützing 1844; *Gomphonema parvulum* var. *lanceolata* Grunow 1880; *Gomphonema parvulum* f. *lagenula* (Kützing) Otto Müller 1905; *Gomphonema parvulum* var. *lagenulum* (Kützing) Frenguelli 1923; *Gomphonema parvulum* f. *semiaperta* Mayer 1928

Esta especie es muy variable en su morfología valvar. Valvas lanceoladas, la forma de los ápices redondeados a sub-rostradas. Rafe recto y estrecho, estigma ubicado sobre un lado del nódulo central del extremo de la estría más larga.

Dimensiones celulares: eje apical 20 µm-35 µm; eje transapical 6 µm-8,5 µm, estrías 11-13 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

#### *Gomphonema subclavatum* (Grunow) Grunow 1884

##### Lámina 17 Figura 25 C

Grunow, 1883: pág. 98

Basónimo: *Gomphonema montanum* var. *subclavatum* Grunow

Sinónimo: *Gomphonema montanum* var. *subclavatum* Grunow 1880

Valvas lanceoladas con ápices heteropolares redondeados. Rafe recto y estrecho. Área central estrecha con estrías casi paralelas.

Dimensiones celulares: eje apical 30 µm-34 µm; eje transapical 7 µm-8 µm; estrías 10-12 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4.



Género *Reimeria* Kociolek y Stoermer, 1987

*Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek y Stoermer, 1987

Lámina 18 Figura 26 C

Round et al., 1990: pág. 500

Basónimo: *Cymbella sinuata*.Gregory

Sinónimo: *Cymbella sinuata*.Gregory 1856; *Cymbella curta* Schmidt 1875; *Cymbella abnormis* Grunow 1880; *Cymbella cystula* f. *curta* (A.Schmidt) Østrup 1899; *Cymbella sinuata* var. *ovata* Hustedt 1922; *Reimeria sinuata* f. *ovata* (Hustedt) B.Hartley 1996

Las valvas son lineales-lanceoladas con ápices subcapitados. Margen dorsal ligeramente convexo y margen ventral recto con una inflación en la parte central.

Dimensiones celulares: eje apical 8 µm–22 µm; eje transapical 3,1 µm-5,5 µm; estrias 10–16 en 10 µm

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.2.1, E.3.5, E.4.2, E.4.6.

#### FAMILIA EPITHEMIACEAE

Género *Epithemia* Breb., 1838

*Epithemia sorex* Kützinger, 1844

Lámina 18 Figura 26 A

Novelo, 2012: pág. 197

Valvas son fuertemente dorsiventral arqueada. El margen dorsal es fuertemente convexo y el margen ventral es ligeramente cóncavo; se estrechan hacia los extremos que son redondeados. Canal del rafe arqueado casi al margen dorsal en forma de “V”.

Dimensiones celulares: eje apical 20 µm-33 µm; eje transapical 7,3 µm-9 µm; estrias 12-15 en 10 µm

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5.

Género *Rhopalodia* Müller, 1895

*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Müller, 1895

Lámina 18 Figura 26 D, E

En Kociolek, P. 2011

Basónimo: *Navicula gibba* Ehrenberg

Sinónimo: *Navicula gibba* Ehrenberg 1832; *Eunotia gibba* (Ehrenberg) Ehrenberg 1843

*Pinnularia gibba* (Ehrenberg) Ehrenberg 1843; *Rhopalodia gibba* var. *genuina* Grunow; *Navicula gibba* Ehrenberg 1830; *Epithemia gibba* (Ehrenberg) Kützinger 1844; *Frustulia gibba* (Ehrenberg) Jenner 1845; *Cystopleura gibba* (Ehrenberg) Kuntze 1891; *Schizonema gibbum* (Ehrenberg) Kuntze 1898.

Valvas lineares algo arqueadas. Margen dorsal con una elevación en la parte media y margen ventral recto. Extremos curvados hacia el lado ventral. Rafe ubicado sobre el margen dorsal. Costillas paralelas en el centro a ligeramente radial hacia los extremos. Dos a tres filas de areolas entre cada costilla.

Dimensiones celulares: eje apical 62 µm-67 µm; eje transapical 8 µm-9 µm. Costillas 8-10 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.5, E.2.6, E.3.3, E.4.1, E.4.4, E.4.5.

*Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) Müller, 1895

Lámina 18 Figura 26 F, G

En Jordan, E. 2015

Basónimo: *Eunotia gibberula* Ehrenberg

Sinónimo: *Eunotia gibberula* Ehrenberg 1843; *Epithemia gibberula* (Ehrenberg) Kützing 1844; *Cystopleura gibberula* (Ehrenberg) Kuntze 1891; *Rhopalodia musculus* var. *Gibberula* (Ehrenberg) Peragallo & Peragallo 1900

Valvas de margen dorsal convexa. Margen ventral casi recto. Terminaciones ligeramente capitadas. Costillas paralelas y radiadas en las terminaciones de los ápices. Rafe débilmente desarrollado apenas distinguible en vista valvar. Tres a cuatro filas de areolas entre cada costilla.

Dimensiones celulares: eje apical 28 µm-76 µm; eje transapical 9 µm-13 µm. Costillas 3-4 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.4.1, E.4.4, E.4.6.

#### FAMILIA SURIRELLACEAE

Género *Surirella* Turpin, 1828

*Surirella linearis* var. *constricta* Grunow, 1862

Lámina 19 Figura 27 A

Novelo, 2012: pág. 209

Valva isopolar, lineal con la región media constreñida, el esternón lineal no llega a los extremos, canales alares que se extienden hacia el centro, el manto no presenta ornamentaciones.

Dimensiones celulares: eje apical 90 µm-120 µm; eje transapical 11 µm-18 µm; 20-30 canales alares 100 µm; estrías 40-50 en 10 µm.

Material estudiado: E.2.1, E.2.2, E.2.6.

*Surirella* cf. *brightwellii* Smith, 1853

Lámina 19 Figura 27 B, C

Valva heteropolar, ápices ligeramente redondeados, canales alares se extienden hacia el centro, no presenta ornamentaciones en el manto.

Dimensiones celulares: eje apical 40  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 25  $\mu\text{m}$ ; eje perivalvar 20  $\mu\text{m}$ ; canales alares 4 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.4, E.2.6, E.3.1, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

#### FAMILIA SELLAPHORACEAE

Género *Sellaphora* Mereschowsky, 1902

*Sellaphora pupula* Mereschowsky, 1902

Lámina 19 Figura 27 D

Novelo, 2012: pág. 145

Basónimo: *Navicula pupula* Kützinger

Sinónimo: *Navicula pupula* Kützinger 1844; *Schizonema pupula* (Kützinger) Kuntze 1898

Valvas elípticas con ápices subcapitados, con una barra horizontal al eje apical en cada ápice. Estrías radiadas en el centro. Área central con una fascia irregular, rodeada de estrías cortas y largas alternadas.

Dimensiones celulares: eje apical 15  $\mu\text{m}$ -40  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 7  $\mu\text{m}$ -10  $\mu\text{m}$ ; estrías 18-26 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.2.1.

FAMILIA NITZSCHIACEAE

Género Nitzschia Hazzall, 1845

*Nitzschia linearis* Smith, 1853

Lámina 19 Figura 27 E

Novelo, 2012: pág. 181

Sinónimo: *Homoeocladia linearis* (Smith) Kuntze, *Frustulia linearis* Agardh

Las valvas son lineales o lineal-lanceoladas, con lados paralelos, excepto en la parte que lleva la quilla que es cóncavo en el centro. Vértices redondeados, casi capitado.

Dimensiones celulares: eje apical 60 µm-150 µm, eje transapical 4 µm-6 µm, fibula de 11-14 en 10 µm.

Material estudiado: E.2.1, E.2.4, E.2.6, E.3.2, E.3.5.

*Nitzschia reversa* (Kützinger) Smith, 1853

Lámina 19 Figura 27 H

En Kociolek, P. 2011

Sinónimo: *Nitzschia longissima* var. *reversa* Grunow 1880

Las valvas son muy finas, con ápices largos y estrechos que se desvían en direcciones opuestas. Las estrías son extremadamente finas

Dimensiones celulares: eje apical 35 µm -75 µm, eje transapical 2,5 µm-4,5 µm, fibulas de 14-20 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.3, E.3.4, E.4.4.

*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith, 1853

Lámina 19 Figura 27 F

Novelo, 2012: pág. 186

Basiónimo: *Synedra sigma* Kützing

Sinónimo: *Synedra sigma* Kützing 1844; *Homoeocladia sigma* (Kützing) Kuntze 1898

*Sigmatella sigma* (Kützing) Frenguelli 1923; *Nitzschia sigma* var. *undulata* Hohn y Hellerman 1966

Valvas sigmoideas con los extremos agudos. Fíbulas distribuidas regularmente en toda la superficie valvar. Estrías muy finas imperceptibles al microscopio óptico.

Dimensiones celulares: eje apical 36 µm-46,5 µm; eje transapical 2,5 µm-3 µm. Fíbulas 7-12 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) Smith, 1853

Lámina 19 Figura 27 I

Round *et al.*, 1990: pág. 620

Basiónimo: *Bacillaria sigmoidea* Nitzsch

Sinónimo: *Bacillaria sigmoidea* Nitzsch 1817; *Cymbella sigmoidea* (Nitzsch) Agardh 1830

*Synedra sigmoidea* (Nitzsch) Kützing 1844; *Frustulia sigmoidea* (Nitzsch) Jenner 1845

*Homoeocladia sigmoidea* (Nitzsch) Elmore 1921

Frústulos isopolar, recta en vista valvar y de forma sigmoide en vista conectival; simetría bilateral. Por lo general, las células se encuentran en vista conectival. Valvas lineales-lanceoladas.

Dimensiones celulares: eje apical 350  $\mu\text{m}$ -385  $\mu\text{m}$ ; eje pervalvar 10  $\mu\text{m}$ , fibulas 5-8 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.4, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5.

*Nitzschia* sp. Hazzall, 1845

Lámina 19 Figura 27 G

Valvas lanceoladas que van disminuyendo hacia los ápices. Ápices redondeados e isopolares. Las estrías son ligeramente punteadas; fibulas localizadas a un lado de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 26  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 4  $\mu\text{m}$ , fibulas 8 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías 17 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.4, E.3.1, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.5.

Género *Hantzschia* Grunow, 1877

*Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow, 1880

Lámina 20 Figura 28 A

Round et al., 1990: pág. 610

Basónimo: *Eunotia amphioxys* Ehrenberg

Sinónimo: *Eunotia amphioxys* Ehrenberg 1843; *Nitzschia amphioxys* (Ehrenberg) W. Smith 1853; *Homoeocladia amphioxys* (Ehrenberg) Kuntze 1898; *Hantzschia amphioxys* var. *genuina* Grunow 1884; *Hantzschia abundans* Lange-Bertalot 1993

Valvas asimétricas al eje apical, rafe excéntrico, se encuentra en la parte cóncava, o ventral, en el mismo lado del margen de la valva. Estrías uniseriadas.

Dimensiones celulares: eje apical 20  $\mu\text{m}$ -210  $\mu\text{m}$ , eje transapical 5  $\mu\text{m}$ -25  $\mu\text{m}$ ; estrías 11-28 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.3.1, E.3.6, E.4.1, E.4.3.

#### FAMILIA BACILLARIACEAE

Género *Tryblionella* Smith, 1853

*Tryblionella* sp. Smith, 1853

Lámina 20 Figura 28B

Valvas son elípticas con ondulación longitudinal, ápices estrechos. Rafe excéntrico, colocado en un canal a lo largo del margen de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 30  $\mu\text{m}$ -33  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 15  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.6, E.3.3, E.3.5, E.4.1, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Bacillaria* Gmelin, 1791

*Bacillaria paxillifera* (Müller) Marsson, 1901

Lámina 20 Figura 28 C

Basónimo: *Vibrio paxillifer* Müller

Sinónimos: *Bacillaria paradoxa* J.F. Gmelin; *Nitzschia paxillifer* (O.F. Müller) Heiberg  
*Nitzschia paradoxa* (J.F. Gmelin) Grunow.

Colonias formadas por células, las cuales se retraen en forma de un rectángulo con extremos curvados. Valva linear-lanceolada; con extremos rostrados y ligeramente capitados. Canal rafideano central. Estrías muy finas en microscopía de luz.

Dimensiones celulares: eje apical 35  $\mu\text{m}$ -36  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 7,2  $\mu\text{m}$ -8  $\mu\text{m}$ ; fibulas 12 en 10  $\mu\text{m}$



Material estudiado: E.1.3, E.4.1.

## FAMILIA FRAGILARIACEAE

Género *Fragilaria* Lyngbye, 1819

*Fragilaria capucina* Desmazières, 1830

Lámina 20 Figura 28 D

Novelo, 2012: pág. 24

Sinónimos: *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* Grunow 1881; *Fragilaria capucina* f. *lanceolata* (Grunow) Hustedt 1957; *Fragilaria capucina* f. *lanceolata* (Grunow) Skabichevskii 1960

Valvas lineales o lineales-lanceoladas con ápices capitados, área axial estrecha. Una ligera hinchazón en la parte central de un lado de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 10 µm-100 µm; eje transapical 3,5 µm-4,5 µm; estrías 12-20 en 10 µm.

Material estudiado: E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.2, E.3.4, E.3.6, E.4.1, E.4.3, E.4.4, E.4.6.

*Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen, 1938

Lámina 20 Figura 28 E

En Morales, E. 2010

Basónimo: *Exilaria vaucheriae* Kützing

Valvas son lineales con ápices subcapitados. El margen central de la valva se expande hacia un lado, en donde no presentan estrías.

Dimensiones celulares: eje apical 6 µm-30 µm; eje transapical 4 µm-5 µm; estrías 14-16 en 10 µm

Material estudiado: E.2.1, E.2.3.

*Fragilaria* sp. Lyngbye, 1819

Lámina 20 Figura 28 F

Valvas son rectangulares. En vista conectival se ve que forman cadenas consecutivas de varios individuos.

Dimensiones celulares: eje apical 20 µm; eje pervalvar 5 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.5 , E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5.

*Synedra* sp. Ehrenberg, 1830

Lámina 21 Figura 29 B

Valvas lanceoladas. Área axial estrecha, con ápices capitados. Sin constricción en la parte central y ausencia de estrías.

Dimensiones celulares: eje apical 132 µm; eje transapical 8-9 µm; estrías 10 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.6, E.2.1, E.3.5, E.4.1, E.4.6.

Género *Synedra* Ehrenberg, 1830

*Synedra goulardii* Brébisson ex Cleve y Grunow, 1880

Lámina 21 Figura 29 A

En Bishop, I. 2015

Sinónimos: *Synedra goulardii* var. *elongata* M. Peragallo in Tempere y Peragallo, 1908

*Synedra fluviatilis* Lemmermann, 1910; *Synedra goulardii* var. *fluviatilis* (Lemmermann)

Frenguelli, 1941; *Fragilaria ulna* var. *goulardii* (Brébisson ex Cleve y Grunow) Lange-Bertalot, 1980

Valva lanceolada. Área axial estrecha en el eje apical del que emergen estrías que alcanzan los márgenes valvares. Esta ligeramente constreñido en la parte central. Ápices ligeramente rostrados.

Dimensiones celulares: eje apical 57  $\mu\text{m}$ -80  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 8  $\mu\text{m}$ -10  $\mu\text{m}$ ; estrías 10-11 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3 E.1.4, E.1.6, E.2.2, E.2.4, E.2.5, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Ulnaria* (Kützinger) Compère, 2001

*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, 2001

Lámina 21 Figura 29 D, E

Round et al., 1990: pág. 370

Basionimo: *Bacillaria ulna* Nitzsch

Sinónimo: *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817; *Frustulia ulva* (Nitzsch) C.A. Agardh 1829;

*Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980; *Synedra bicurvata* Biene ex Rabenhorst 1864; *Synedra ulna* var. *Bicurvata* (Biene) Grunow 1881; *Synedra ulna* f. *bicurvata* (Biene) Mayer 1919

Valva linear, con extremos ligeramente atenuados; área axial estrecha, con estrías puntiformes y pequeñas en la región central hacia los márgenes de la valva. Una rimoportula presente, en ambos ápices de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 63,2  $\mu\text{m}$ -167,2  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 7,2  $\mu\text{m}$ -8  $\mu\text{m}$ ; estrías 10-11 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

## Género *Hannaea*

*Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick, 1961

Lámina 21 Figura 29 C

Round et al., 1990: pág. 366

Basónimo: *Navicula arcus* Ehrenberg

Sinónimo: *Navicula arcus* Ehrenberg 1836; *Ceratoneis arcus* (Ehrenberg) Kützing 1844

*Cymbella arcus* (Ehrenberg) Hassall 1845; *Fragilaria arcus* (Ehrenberg) Cleve 1898

*Synedra gibbosa* Ralfs 1861

Valvas asimétricas al eje apical, el margen dorsal es muy arqueada y convexa, mientras que el margen ventral es cóncavo. Una hinchazón central es presente en el margen ventral.

Ápices de las valvas son capitado. Un estrecho esternón está presente.

Dimensiones celulares: eje apical 15  $\mu\text{m}$ -80  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 4  $\mu\text{m}$ -7  $\mu\text{m}$ ; estrías 13-14 en 10  $\mu\text{m}$ .

Material estudiado: E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5, E.3.3, E.3.4, E.4.3.

## FAMILIA ACHNANTACEAE

Género *Achnanthes* Bory, 1822

*Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow, 1867

Lámina 22 Figura 30 A, B, C

Round et al., 1990: pág. 502

Basónimo: *Stauroneis inflata* Kützing

Sinónimos: *Stauroneis inflata* Kützing 1844; *Achnanthidium inflatum* (Kützing) Hutton 1883; *Achnanthes ventricosa* Ehrenberg 1854

Las valvas son tri-ondulante con el margen central de la valva más ancho que los vértices, que son ampliamente redondeado y capitado. Ambas valvas son simétricas alrededor de los

ejes apicales y transapicales. La zona axial es lineal pero se estrecha en los extremos distales. Una fascia transversal distinta está presente en la zona central. Estrías uniseriadas, distantes y punteadas.

Dimensiones celulares: eje apical 32  $\mu\text{m}$ -59  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 13,5  $\mu\text{m}$ -21,1  $\mu\text{m}$ ; estrías 11 en 10  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.2.1, E.2.2, E.2.5 E.2.6, E.3.4, E.4.1, E.4.2, E.4.5.

Género *Achnanthidium* Kützinger, 1844

*Achnanthidium minutissimum* (Kützinger) Czarnecki 1994

Lámina 22 Figura 30 D, E

Novelo, 2012: pág. 78

Basiónimo: *Achnanthes minutissima* Kützinger

Sinónimos: *Achnanthes minutissima* Kützinger 1833; *Achnanthidium lanceolatum* f. *minutissima* (Kützinger) Tömösvary 1879; *Cocconeis minutissima* (Kützinger) Schönfeldt 1907; *Microneis minutissima* (Kützinger) Meister 1912

Células solitarias o en cadenas muy cortas. En vista conectival ligeramente curvado.

Valvas linear-lanceoladas con ápices ligeramente capitados. Estrías no muy visibles.

Dimensiones celulares: eje apical 5,6  $\mu\text{m}$ -20,8  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 1,5  $\mu\text{m}$ -3,3  $\mu\text{m}$

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.4, E.2.5, E.2.6, E.3.2, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Cocconeis* Ehrenberg, 1836

*Cocconeis placentula* Ehrenberg, 1838

Lámina 23 Figura 31 A, B, C

Round, 1990: pág. 118

Sinónimos: *Cocconeis pediculus* var. *placentula* (Ehrenberg) Grunow 1867; *Cocconeis communis* var. *placentula* (Ehrenberg) O.Kirchner 1878; *Cocconeis communis* f. *placentula* (Ehrenberg) Chmielewski 1885

Las valvas son elípticas ligeramente convexa. Área axial estrecha y una pequeña área central circular u oval. El rafe es recto y filiforme. Las estrías son radiadas en ambas valvas. Las estrías en el rafe son interrumpidos por un anillo hialino posicionado cerca al margen de la valva.

Dimensiones celulares: eje apical 9 µm-68 µm; eje transapical 7 µm-32 µm; estrías 20-24 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.1.6, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.5, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Rhoicosphenia* Grunow, 1860

*Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow, 1860

Lámina 23 Figura 31 D

Novelo, 2012: pág. 71

Basiónimo: *Gomphonema curvatum* Kützing 1833

Frustulos son heteropolares, dobladas en vista cingular o conectival. Las valvas son lanceoladas. Pseudoseptum presente en cada polo. Una valva posee un sistema rafe completamente desarrollado, la otra valva posee ranuras rafe muy cortas.

Dimensiones celulares: eje apical 10 µm–55 µm; eje pervalvar 3 µm–8 µm; estrías 15-20 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.2, E.2.5, E.3.1, E.3.2, E.3.3, E.3.4, E.3.5, E.3.6, E.4.1, E.4.2, E.4.3, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

Género *Planothidium* Round y Bukhtiyarova, 1996

*Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, 1999

Lámina 23 Figura 31 E

Novelo, 2012: pág. 81

Basiónimo: *Achnanthidium lanceolatum* Brébisson ex Kützing 1846

Sinónimo: *Achnanthes lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Grunow in Cleve & Grunow

Las valvas son lanceoladas o elípticas-lanceoladas. Ápices obtusos redondeados. Presenta un sinus en el área central (Depresión en forma de herradura) en un lado y en el otro una estría ligeramente corta. Estrías casi paralelas o débilmente radiadas en el centro.

Dimensiones celulares: eje apical 10 µm–30 µm; eje transapical 4,5 µm–8,5 µm; estrías 12-14 en 10 µm.

Material estudiado: E.1.1, E.1.2, E.1.3, E.1.4, E.1.5, E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.6, E.3.2, E.3.3, E.3.5, E.3.6, E.4.4, E.4.5, E.4.6.

### 3.5 Índice diatómico general

En relación al índice diatómico general (IDG) la calidad de agua de las estaciones de muestreo evaluadas presentaron, 16 estaciones, contaminación moderada: Canchaque (5 estaciones), Maraypampa (4), Coyona (4) y Los Ranchos (3); contaminación media en 6 estaciones: Canchaque (E.1.6); Coyona (E.3.3 y E.3.5); Los Ranchos (E.4.1, E.4.4 y E.4.5) y contaminación débil en 2 estaciones (E.2.2 y E.2.3) de la Zona de Maraypampa, lo cual se evidencia en los valores obtenidos (Cuadro 7).

**Cuadro 7:** Valores del índice diatómico general (IDG) obtenidos en los cuerpos de agua del distrito de Canchaque.

Zona	Estación de muestreo	Estado/ Calidad	Valor
Canchaque	E.1.1	Polución moderada	3,72
	E.1.2	Polución moderada	3,69
	E.1.3	Polución moderada	3,63
	E.1.4	Polución moderada	3,96
	E.1.5	Polución moderada	3,98
	E.1.6	Polución media	3,31
Maraypampa	E.2.1	Polución moderada	3,59
	E.2.2	Polución débil	4,46
	E.2.3	Polución débil	4,12
	E.2.4	Polución moderada	3,72
	E.2.5	Polución moderada	3,74
	E.2.6	Polución moderada	3,79
Coyona	E.3.1	Polución moderada	3,53
	E.3.2	Polución moderada	3,80
	E.3.3	Polución media	3,29
	E.3.4	Polución moderada	3,59
	E.3.5	Polución media	3,46
	E.3.6	Polución moderada	3,52
Los Ranchos	E.4.1	Polución media	3,39
	E.4.2	Polución moderada	3,61
	E.4.3	Polución moderada	3,54
	E.4.4	Polución media	3,35
	E.4.5	Polución media	3,27
	E.4.6	Polución moderada	3,95



#### IV. DISCUSIÓN

En el distrito Canchaque, se determinaron 107 taxas de algas como parte del perifiton, siendo la división Bacillariophyta quien aportó la mayor cantidad de especies (59) y riqueza de especies (55%), esto nos ilustra un número considerable de especies encontradas en este trabajo, a diferencia de lo reportado por López *et al.*, (2013) en seis cuerpos de agua pertenecientes a Canchaque determinando 44 especies, de las cuales 26 fueron Bacillariophytas; Arcos y Gómez (2006) en el humedal de Jaboque, Colombia, quienes reportaron 64 especies siendo las Bacillariophytas las que presentaron la mayor riqueza de especies (32,83%), mientras que en el Río Cesar del mismo país se determinaron 114 especies de algas perifíticas (De la Parra y Rodelo, 2012) en el humedal de la laguna de Zacapu México, se determinaron 127 taxas siendo las Bacillariophytas las más abundantes (Martínez, 2009), del mismo modo López (2010) determinó en seis oasis del mismo país, 152 taxones siendo las diatomeas la que presentaron la mayor riqueza de especies con 92%.

Los géneros con mayor número de especies Nitzschia (5), Navicula (4), Fragilaria y Pinnularia (3 cada una), Cosmarium (6), Closterium (3) es similar a la registrada por De la Parra y Rodelo (2012), quien determinó que los géneros con mayor número de especies fueron Navicula y Nitzschia (9 especies), Cosmarium (7 especies) y Pinnularia, Oscillatoria y Fragilaria (6 especies).

Cairns en Aldave (1989), menciona que las distintas clases y especies de algas poseen temperatura mínima, máxima y óptima para su desarrollo; así la temperatura óptima para las diatomeas es de 18°C a 30°C; para las clorofíceas es de 30°C a 35°C y para las cianofíceas de 35°C a 40°C; lo cual se corrobora en el presente estudio, Bacillariophyta fue la división que presentó el mayor número de especies (43) en un rango de temperatura (26°C a 28,4°C) en las estaciones E.1.1 y E.1.2; la división Chlorophyta a 21,1°C se

encontraron 16 de especies en la estación E.3.5 y en las Cyanophyta fue a una temperatura de 25,7 °C se encontró 11 especies en la estación E.4.4. Esto se evidenció en la correlación de Spearman ( $\rho=0,570$ ,  $p\text{-value}= 0,00$ ), lo cual nos indica que existe una correlación positiva es decir que el número de especies incrementa a medida que aumenta la temperatura en relación a los datos obtenidos.

Las algas verde azules (división Cyanophyta) se desarrollan mejor en medios alcalinos (Ramírez, 2000), mientras Fernández (1999) clasifica a las algas en: acidobiontico (se desarrollan en pH menor a 7 y es óptimo a 5,5); acidófilo (desarrollo óptimo en agua con pH cercano o menor a 7); circumneutro (desarrollo óptimo en pH 7 o cercano, la mayoría de Chlorophyta y Bacillariophyta); indiferentes (rangos amplios de pH); alcalófilos (desarrollo en pH alrededor de 7, con mayor desarrollo encima de 7) y alcabiótico (pH ligeramente mayor a 7, especies de la división Cyanophyta). Los valores de pH obtenidos en el presente estudio estuvieron comprendidos entre 6,49 y 8,40, es decir acidofilo y alcabiótico, lo cual concuerda lo dicho por Fernández, ya que se evidencio un gran desarrollo para la división Chlorophyta (pH 6,49), Bacillariophyta (pH 7,33 y 7,69) y Cyanophyta (pH 7,22) sin embargo al aplicar la correlación de Pearson tuvo un  $p\text{-value}= 0,964$ , no se evidencia una correlación debido a que el  $p\text{-value}$  es mayor a 0,05.

González (1988) argumenta que las Chlorophyta del grupo de las Desmidiaceae (géneros Staurastrum, Closterium, Cosmarium, Pleurotaenium, Tetmemorus, entre otros), se desenvuelven en lugares que tienen muy débil acidez pH 6,5, y a veces son alcalinas. En la estación E.3.5 con un pH de 6,49, se encontró la mayor cantidad de especies para los géneros Cosmarium (6 especies), Closterium (2), Micrasterias (2) de las 12 especies que se encontró para esta familia.

La división Bacillariophyta son un grupo de algas unicelulares, con una pared celular silíceas, ornamentaciones definidas y constantes, son cosmopolitas y sensibles a los

cambios. Tienen la particularidad de que permanecen en el tiempo sin alterar su morfología debido a la rigidez de su pared celular silícea, difícil de degradar (Fabricius, 2000).

Algunas de las especies de diatomeas más abundantes y frecuentes, se consideran afines a medios neutrales a básicos, *Denticula kuetzingii*, *Acnhanthidium minutissimum*; propias de ambientes circumneutrófilos con características oligo a eutróficos, como *Gomphonema parvulum* (circumneutrófila a acidófila); otras especies como *Synedra ulna* (alcalófila), *Planothidium lanceolatum* (alcalófila), *Cocconeis placentula* var. *placentula* (circumneutrófila) se asocian a ambientes eutróficos. Especies como *C. placentula* var. *placentula* (pH óptimo 6.32) y *G. parvulum* (óptimo 6) (Díaz y Rivera, 2004 en López, 2010). Las especies *Acnhanthidium minutissimum*, *Gomphonema parvulum*, *Ulnaria ulna* y *Planothidium lanceolatum* se encontraron en ambientes circumneutrófilos (pH 6,88 a 6,99), alcabionticos (pH 7,22 a 8,45) y acidófilos (pH 6,05 a 6,49).

Round (1990) describe que las diatomeas presentan estructuras especializadas de fijación al sustrato, como pedúnculos mucilaginosos cortos y largos, Fernández (1999) nos indican que las diatomeas desarrollan este tipo de mecanismos de sostén o anclaje ya que las formas bénticas, por lo general viven adheridas al sustrato en el que se desarrollan como lo son rocas, piedras. Las epifitas secretan sustancias mucilaginosas o gelatinosas que fluye a través de poros de la membrana (*Cymbella*, *Gomphonema*) o se adhieren por medio de sus valvas (*Cocconeis*). Los géneros *Gomphonema*, *Cymbella* presentaron pedúnculos como forma de fijación al sustrato y el género *Navicula* se observó dentro de tubos gelatinosos.

Las ventajas de emplear diatomeas como indicadoras de la calidad de agua se deben a que son cosmopolitas, algunas especies de este grupo son muy sensibles a los cambios ambientales ya sea en cortos o largos periodos de tiempo, mientras otros son muy tolerantes, fáciles y rápidos de muestrear en grandes cantidades y sobre pequeñas áreas

superficiales, estas algas son particularmente manejables, debido a sus paredes celulares de sílice que son raramente dañadas al ser removidas de los sustratos naturales o artificiales (Toro *et al.*, 2003), es por ello que los índices de calidad de agua toman en cuenta a las diatomeas ya que son capaces de colonizar todos los ambientes acuáticos; a diferencia de los parámetros físico-químicos, constituyen unos buenos integradores porque indican el estado del agua en un periodo prolongado de tiempo sin embargo no funcionan como analistas, ya que no identifican los agentes contaminantes (Oropesa, 2014). En el presente estudio se optó por utilizar el índice diatónico general, ya que toma en cuenta tres variables que son la sensibilidad a la polución de cada taxón, la amplitud ecológica y su abundancia.

Los efectos de la contaminación por actividades humanas afectan la calidad de agua y por ende la producción algal. En la mayoría de las algas, los efectos causados por la contaminación de las aguas traen como consecuencias la disminución de la biomasa de especies no adaptadas a tolerar estas nuevas condiciones y por consiguiente la reducción de la productividad del sistema, o estas condiciones pueden favorecer a la aparición de especies resistentes a la contaminación que pueden convertirse en indicadoras ambientales en los ecosistemas acuáticos (Peña *et al.*, 2005). Es por ello que se han desarrollado índices que permiten establecer una correlación entre la composición taxonómica de especies, la densidad y las condiciones de calidad del agua en el sistema. Es muy conocido el Índice Diatónico General (IDG), es un índice de calidad normalizados por la Asociacion Francesa de Normalizacion (AFNOR), tomado de guías de diversidad francesas. El principio de este índice se basa en la sensibilidad de cada taxón hacia la polución, su amplitud ecológica y la cantidad relativa de los taxones (Ministerio de Energia y Minas, 2015).

Una de las características importantes de las algas es su capacidad depuradora del medio, ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan oxígeno, contribuyendo de esta manera a la oxidación de la materia orgánica, por un lado y por el otro aumenta el

oxígeno disuelto en el agua, el cual será utilizado por otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven (Peña *et al.*, 2005), sin embargo al presentarse eutrofización va a ver un desarrollo excesivo de algas que originan una alteración de sus características fisicoquímicas iniciales. (Villaseñor, 1998). La estación E.4.4 al aplicar el IDG presentó una eutrofización acentuada con el valor mas bajo (3,27), es decir que las especies que se encuentran presentes son resistentes a la polución como Navicula (346 individuos), este género es dominante en cuerpos de agua que presenta abundantes nutrientes.

El IDG determinó una polucion débil en Maraypampa, para las estaciones E.2.2 (4, 46) siendo el género sobresaliente Ceratoneis (Hannaea) con 208 individuos, el cual es característico de ambientes oligotróficos. E.2.3 (4,12) el género que presento mayor número de individuos fue Cymbella (118); esta estación a pesar de que presenta polución débil aparecen géneros que son resistentes a eutrofización como Gomphonema y Synedra en cantidades considerables.

Polución media para las estaciones E.1.6 (Canchaque) siendo Nitzschia (101 individuos), E.3.3, E.3.5 (Coyona) el género Melosira (183 y 181 respectivamente), E.4.1, E.4.4 y E.4.5 (Los Ranchos), los géneros que presentaron mayor abundancia fueron: Fragilaria (103), Gomphonema (190), Navicula (346).

Para el resto de las estaciones el IDG indica polución moderada. La calidad del agua en el distrito de Canchaque durante el periodo de muestreo presento una polución modera en la mayoría de los cuerpos de agua, determinada por este índice.

Los géneros de Cyanophyta como Anabaena, de Euglenophytas como Euglena, Trachelomonas y Phacus y Bacillariophyta como Melosira son indicadoras de aguas ricas en materia orgánica (De la Parra y Rodelo, 2012), estos organismos estuvieron distribuidos en las estaciones de muestreo, sin embargo, se reportaron alta abundancia de la del género

Melosira en toda la zona de Coyona, ya que al aplicar el IDG nos indica que los cuerpos de agua en esta zona se encuentra eutrofizados.

Cadima *et al.*, (2005) argumenta que las Euglenophytas prefieren aguas con elevados contenidos de materia orgánica; en la zona de estudio la división Euglenophyta estuvo conformada por cuatro géneros Euglena, Trachelomonas, Phacus y Lepocinclis, los cuales no fueron frecuentes durante el periodo de estudio, por lo cual se puede considerar que no hay presencia de abundante materia orgánica en los cuerpos de agua.

Se encontraron especies de vida libre para las divisiones Euglenophyta y Chlorophyta en este trabajo que fueron incluidas porque se encontraron formando parte de la comunidad perifítica lo cual coincide con Rice et al., 2012 nos define al perifitón com un conjunto de organismos que crecen sobre piedras, palos, macrófitos acuáticos y otras superficies sumergidas. Este grupo de organismos incluyen a las bacterias, protozoarios, rotíferos y algas fijas, y a los microorganismos libres que nadan, se deslizan o habitan entre las formas fijas.

Fernandez (1999) nos dice que los géneros de diatomeas dominantes que se encuentran en aguas eutróficas son Synedra, Cyclotella, Epithemia, Gomphonema, Navicula, entre otras., lo cual se pudo corroborar con los resultados obtenidos del IDG donde estos géneros de diatomeas estuvieron presentes en las cuatro zonas de muestreo, indicando que de las 24 estaciones muestreadas, 16 cuerpos de agua presentan una polución moderada con eutrofización entre los valores 3,52 a 3,96. Los géneros Cymbella, Epithemia, Surirella y Ceratoneis (Hannaea) son característicos de aguas limpias y con un bajo contenido de materia orgánica (De la Parra y Rodelo, 2012), estos taxones estuvieron presentes en las estación E.2.2 y E.2.3 de la zona de Maraypampa que presentaron una calidad normal o polución débil, siendo resultado del IDG 4.12 y 4.46.

## V. CONCLUSIONES

- Se determinaron 107 especies, 71 Géneros, 27 Familias, 11 Órdenes, 4 Clases y 4 divisiones de algas perifíticas. La división Bacillariophyta tuvo el mayor número de especies (59), seguido de Chlorophyta (29), Cyanophyta (13) y Euglenophytas (6).
- Se observó gran mayoría de diatomeas pennales (33 géneros) y solo 4 géneros de las diatomeas centrales. De las diatomeas pennales la familia que presentó el mayor número de especies es Naviculaceae (15).
- Se observó que el aumento del número de especies en las estaciones de muestreo está relacionado con la temperatura mientras no existe relación con el pH.
- Los valores obtenidos del IDG en las estaciones de muestreo sugieren que los cuerpos de agua en el Distrito Canchaque varían de polución débil con valores (4,12 y 4,46) a polución media (3,27 a 3,46).

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios a nivel de productividad primaria de las algas que forman parte del perifiton mediante análisis cuantitativos para determinar su composición y abundancia en las diferentes estaciones del año.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceto, C y Zúñiga, R. (1998). *Introducción a las Algas*. Lima, Perú: Escuela Nueva. Universidad Mayor de San Marcos.
- Aldave, A. (1989). *Algas*. Trujillo, Perú: Libertad EIRL.
- Allan, J. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Arcos, M., Gómez, A. (2006). *Microalgas perifíticas como indicadoras del estado de las aguas de un humedal urbano: Jaboque, Bogotá D.C., Colombia*. Artículo Producto de la Investigación. Recuperado de: [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/NOVA6\\_ARTORIG6.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA6_ARTORIG6.pdf). Pág. 60. Colombia.
- Bishop, I. (2015). *Synedra gouldarii*. In Diatoms of the United States. Recuperado de: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/synedra\\_gouldarii](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/synedra_gouldarii)
- Brugalli, A., Carvalho, L y Bahi, C. (2011). *Eunotiaceae (Eunotiales, Bacillariophyta) em ambientes lacustres na Planície Costeira do Sul do Brasil*. Revista Brasil. Bot., V.34, n.1, p.1-19. Brasil.
- Cadima, M., Fernández, E y López, E. (2005). *Algas de Bolivia con énfasis en el Fitoplancton. Importancia, ecología, aplicaciones y distribución de géneros*: Centro de Ecología Difusión Simón I Patiño. Santa Cruz de la Sierra Bolivia.
- Cambra, J., Ector, L y Sabaster, S. (2005). *Protocolos de muestreo y análisis para Fitobentos (Microalgas bentónicas)*: URS. Ministerio del Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro. Barcelona, España.

- Chacón, G. (2012). *Estudio Hidrobiológico en la Cuenca Superior del Río Santa, Ancash-Perú*. Recuperado de: <http://www.macaglochaperu.com/Estudiohidrologico.pdf>. Lima, Perú.
- De La Parra, A y Rodelo, K. (2012). *Composición y abundancia de la comunidad de algas perifíticas del Río Cesar asociado a variables físico-químicas e hidrológicas durante los meses de Febrero-Septiembre del año 2011*. (Tesis de Licenciatura). Universidad del Atlántico, Colombia.
- Dunck, B., Souza, I y Machado, M. (2012). *Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) planctónicas do Sistema Lago dos Tigres, Britânia, GO, Brasil*. *Hoehnea* 39(2): 297-313, 1 tab., 53 fig., 2012.
- Fernández, A. (1999). *Manual de las Diatomeas Peruanas. 1era Edición. Publicaciones del Thortus Botanius Truxillense*. Dpto. de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo Perú.
- Germain, H. (1976). *Pinnularia major (Kutz.) Cl., Pinnularia viridis (Nitzsche) Ehr. et quelques espèces voisines*. Bulletin de la Société Botanique de France. Recueprado de: <http://dx.doi.org/10.1080/00378941.1976.10835682>
- González, A. (1988). *El plancton de las aguas continentales*. Monografía No. 33: Ser. Biol. Secretaría General de la OEA. Caracas. 130 p.
- Grunow, A. (1883). *Diatomeen von Franz josefs-land*. Recuperado de: <http://images.algaebase.org/algaebase/pdf/5964B937032742FBD4ww54255DEA/43789.pdf>
- Jordan, E. (2015). *Rhopalodia gibberula*. In *Diatoms of the United States*. Recuperado en: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/rhopalodia\\_gibberula](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/rhopalodia_gibberula)
- Kamae, B. (2015). *Diploneis elliptica*. In *Diatoms of the United States*. Recuperado de: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/diploneis\\_elliptica](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/diploneis_elliptica)

- Kociolek, P. 2011. *Rhopalodia gibba*. In *Diatoms of the United States*. Recuperado de:  
[http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/rhopalodia\\_gibba](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/rhopalodia_gibba)
- Komárek, J y Anagnostidis, K. 1998. *Cyanoprokaryota, 1st Part: Chroococcales* In:  
 Süßwasserflora von Mitteleuropa, Begründet von A. Pascher, Volume 19/1, (Ettl,  
 H, Gärtner, G, Heynig, H, & Mollenhauer, D, Eds), pp, 1-548, Heidelberg & Berlin:  
 Spektrum, Akademischer Verlag
- Komárek, J y Anagnostidis, K. (2005). *Cyanoprokaryota, 2nd part: Oscillatoriales* In:  
 Süßwasserflora von Mitteleuropa, Begründet von A. Pascher, Volume 19/2, (Ettl,  
 H, Gärtner, G, Heynig, H, & Mollenhauer, D, Eds), pp, 1-548, Heidelberg & Berlin:  
 Spektrum, Akademischer Verlag.
- Krammer, K y Lange-Bertalot, H. (1991). *Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales: Fragilariaceae, Eunatiaceae*. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning; D. Mollenhauer (eds), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/3. Gustav Fisher Verlag, Jena, 598 pp.
- Krammer, K y Lange-Bertalot, H. (1991). *Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnanthaceae Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4*. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning; D. Mollenhauer (eds), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/4. Gustav Fisher Verlag, Jena, 437 pp.
- Krammer, K; Lange-Bertalot, H. (1997). *Bacillariophyceae. 1 Teil: Naviculaceae*. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning; D. Mollenhauer (eds), *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fisher Verlag, Jena, 876 pp.
- Krammer, K; Lange-Bertalot, H. (1997). *Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning; D. Mollenhauer

- (eds), Susswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/2. Gustav Fisher Verlag, Jena, 596 pp.
- López, J., Rivera, H y Bárcena, V. (2013). *Diversidad específica del perifiton en los cuerpos de agua del distrito de Canchaque*. XIX Congreso Nacional de Biología, Lima 2014. Lima. Perú.
- López, F. (2010). *Diversidades alfa y beta de diatomeas epilíticas en oasis de baja California Sur*. (Tesis de Doctorado). Instituto Politécnico Nacional, La Paz.
- Manoylov, K y Hamilton, P. (2010). *Navicula symmetrica*. In *Diatoms of the United States*. Recuperado de: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/navicula\\_symmetrica](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/navicula_symmetrica)
- Martínez, A. (2009). *El perifiton del humedal en la laguna de Zacapu, Michoacán, México*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/4527/1/Elperifitondelhumedalenlalagunadezacapumichoacanmexico.pdf>. México.
- Ministerio de Energia y Minas. (2015). *Proyecto de Perforación de 115 Pozos de Desarrollo Adicionales en los lotes II y XV*. Recuperado de: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/EIAPETROLERA%20MONTERRICOLOTE%20II%20Y%20XV/LBB%20Y%20ANEXOS.pdf>
- Montoya, Y y Aguirre, N. (2013). *Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia*. Revista Gestión y Ambiente. Vol. 16 (3): 91-117. Recuperado de: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/viewFile/30155/42948>

- Montoya, Y., Sala, S., Vouilloud, A y Aguirre, N. (2012). *Diatomeas (Bacillariophyta) perifíticas del complejo cenagoso de Ayapel, Colombia*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v34n2/v34n2a14.pdf>. Colombia.
- Morales, E. (2010). *Fragilaria vaucheriae*. In *Diatoms of the United States*. Recuperado de: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/fragilaria\\_vaucheriae](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/fragilaria_vaucheriae)
- Moreno, L. (1989). *Colonización del perifiton en tres embalses del oriente Antioqueño*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Municipalidad Provincial de Huancabamba. (2007). *Plan de Infraestructura Económica Provincial (PIEP) de Huancabamba*. Recuperado de: [http://www.regionpiura.gob.pe/documentos/pie\\_huancabamba.pdf](http://www.regionpiura.gob.pe/documentos/pie_huancabamba.pdf).
- Novelo, E. (2012). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Recuperado de: [http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras\\_tehuacan/2013/F102\\_Ba c.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/2013/F102_Ba c.pdf)
- Núñez, J. (2009). *Macroinvertebrados acuáticos y microalgas utilizados como bioindicadores de la calidad del agua*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/10159789/Articulo-Macro-in-Vertebra-Dos-y-Algas-Usados-Como-Bioindicadores>.
- Oropesa, M. (2014). *Estudio preliminar de las condiciones medioambientales del Río Pudio*. Recuperado de: [aula.aguapedia.org/pluginfile.php/9922/mod.../rio\\_pudio.pdf](http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/9922/mod.../rio_pudio.pdf). España.
- Peña, E., Palacios, M y Ospina, N. (2005). *Algas como indicadoras de contaminación*. Universidad del Valle, programa editorial. Impreso en Imprenta Departamental. Cali, Colombia.
- Pérez, R., Pineda, R y Medina, M. (2007). *Integridad biótica de ambientes acuáticos*. Primera edición. Instituto Nacional de Ecología. México.

- Pearson, K. (1896). *Mathematical contributions to the theory of evolution, III: Regression, heredity and panmixia*. Publisher Royal Society of London. Cambridge University. Press. Recuperado de: <https://archive.org/details/philtrans00702488>.
- Potapova, M. (2009). *Melosira varians*. In Diatoms of the United States. Recuperado: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/Melosira\\_varians](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/Melosira_varians)
- Potapova, M. (2011). *Navicula geronimensis*. In Diatoms of the United States. Recuperado de: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/navicula\\_geronimensis](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/navicula_geronimensis)
- Prescott, G. W. (1970). *Algae of the Western Great Lakes Area*. 4ª Edición: WM. C. Brown Company Publishers. EEUU.
- Prescott, G. W. (1964). *The Fresh-water algae*, WM, C, Brown Company Publisher Dubuque Iowa-EEUU.
- Ramírez, A & Díaz, Y. (2008). *Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (páramo de Santurbán, norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales*. Recuperado de: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v13n1/v13n1a14.pdf>. Colombia.
- Ramírez, J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Medellin. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://recursosbiologicos.eia.edu.co/ecología/estudiantes/cianobacterias.htm>.
- Rice, E., Bridgewater, L., American Public Health Association., American Water Works Association & Water Environment Federation. (2012). Part 10300 Periphyton. En *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. 22nd edition: American Public Health Association (APHA) / American Water Works Association (AWWA) / Water Environment Federation (WEF).

- Rivas, A., Gómez, R y Monterrosa, A. (2010). *Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador*. En: Sermeño Chicas, J.M. y M. Springer (eds.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES) – Organización de los Estados Americanos (OEA): Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 48 pág.
- Round, F., Crawford, R y Mann, D. (1990). *The diatoms, Biology and morphology of the genera*. Cambridge University of Cambridge Press. Estados Unidos.
- Ryan, B., Ryan, T y Joiner, B. (1972). *Minitab Statistical Software*. Recuperado de: <http://web.archive.org/web/20090401053351/http://www.minitab.com/company/about/background.aspx>. Pensilvania.
- Sabater, S. (2008). *Diatoms*. En G. Likens, y J. Padisak, eds. Water encyclopedia.
- Samanez, I. (1977). *Estudio de las algas de tres embalses del ivita y áreas próximas- Pucalpa (Loreto)*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Segura, V., Cantoral, E., Israde, I y Maidana, N. (2012). *Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) as indicators of water quality in the Upper Lerma River, Mexico*. Hidrobiológica vol.22 no.1 México ene./abr. 2012. Versión impresa ISSN 0188-8897. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018888972012000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018888972012000100003).
- Spearman, C. 1907. *Demonstration of Formulae for True Measurement of Correlation*. University of Illinois Press. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/pdf/1412408.pdf?acceptTC=true>.

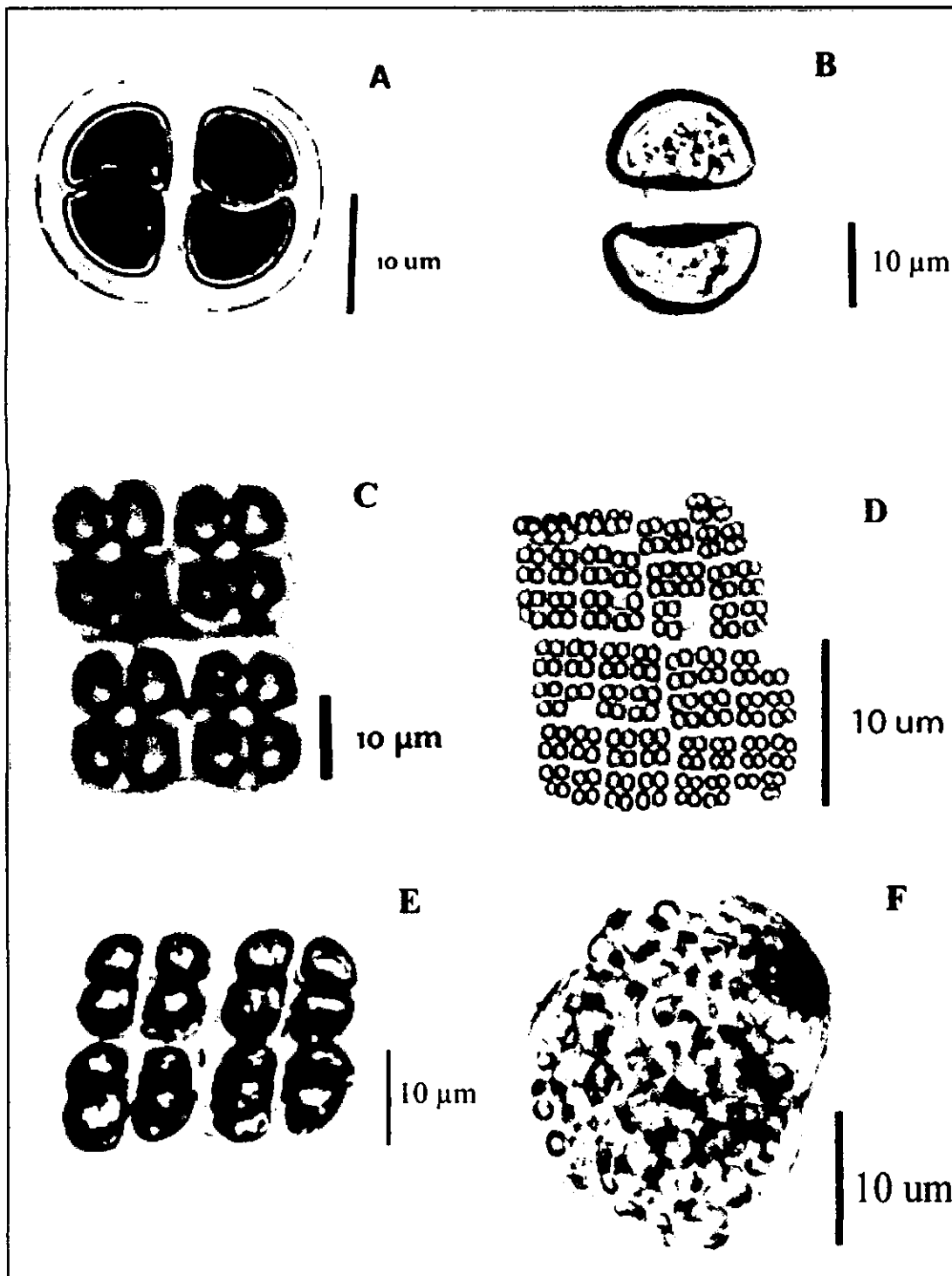
- Stevenson, R., Bothwell, M y Lowe, R. (1996). *Algal Ecology*. Academic Press. California. USA. 753 pp.
- Toro, J., Schuster, J., Kurosawa, J., Araya, E y Contreras, M. (2003). *Diagnóstico de la Calidad del Agua en Sistemas Lóticos Utilizando Diatomeas y Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores Río Maipo (Santiago: Chile)*. XVI Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. Recuperado de:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd20/riomaipo.pdf>. Santiago. Chile.
- Villaseñor, J. (1998). *Eliminación biológica de fósforo en aguas residuales urbanas*: Ediciones de la Universidad de Castilla- La Mancha. España.
- Wetzel, R. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3<sup>rd</sup> Edición: Elsevier Academic Press. New York.
- Yucra, H. (2008). *Diversidad y distribución algal en los Humedales de Ventanilla*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Federico Villareal de Lima, Perú.



# Anexos

# CYANOPHYTA

## LÁMINA 1



**Figura 9;** A y B: *Chroococcus turgidus*; C: *Chroococcus* sp.; D: *Merismopedia* sp.; E: *Eucapsis* sp.; F: *Asterocapsa* sp.

LÁMINA 2

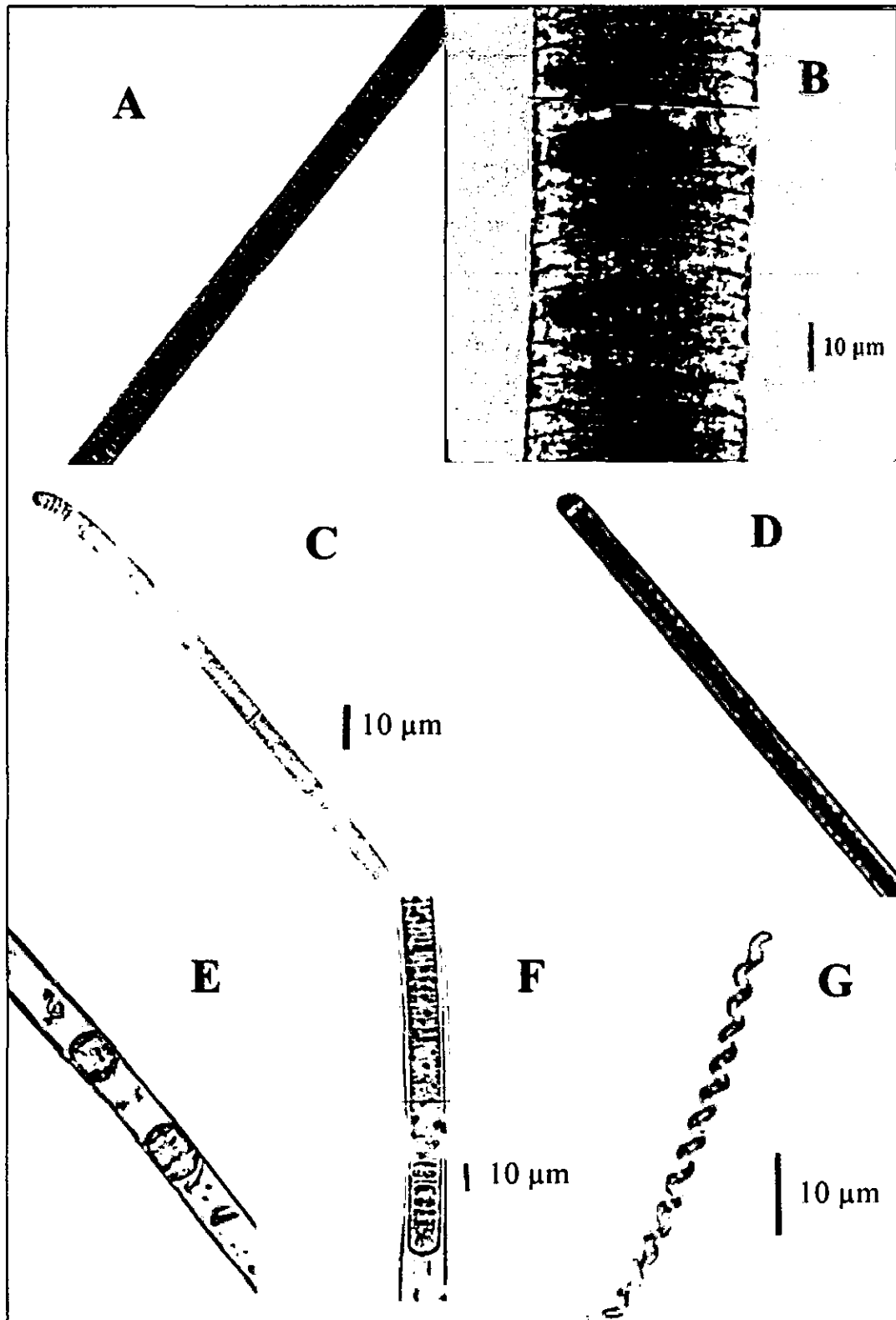


Figura 10; A y B: *Oscillatoria princeps*; C y D: *Oscillatoria* sp.; E y F: *Lyngbya* sp.; G: *Spirulina* sp.

# LÁMINA 3

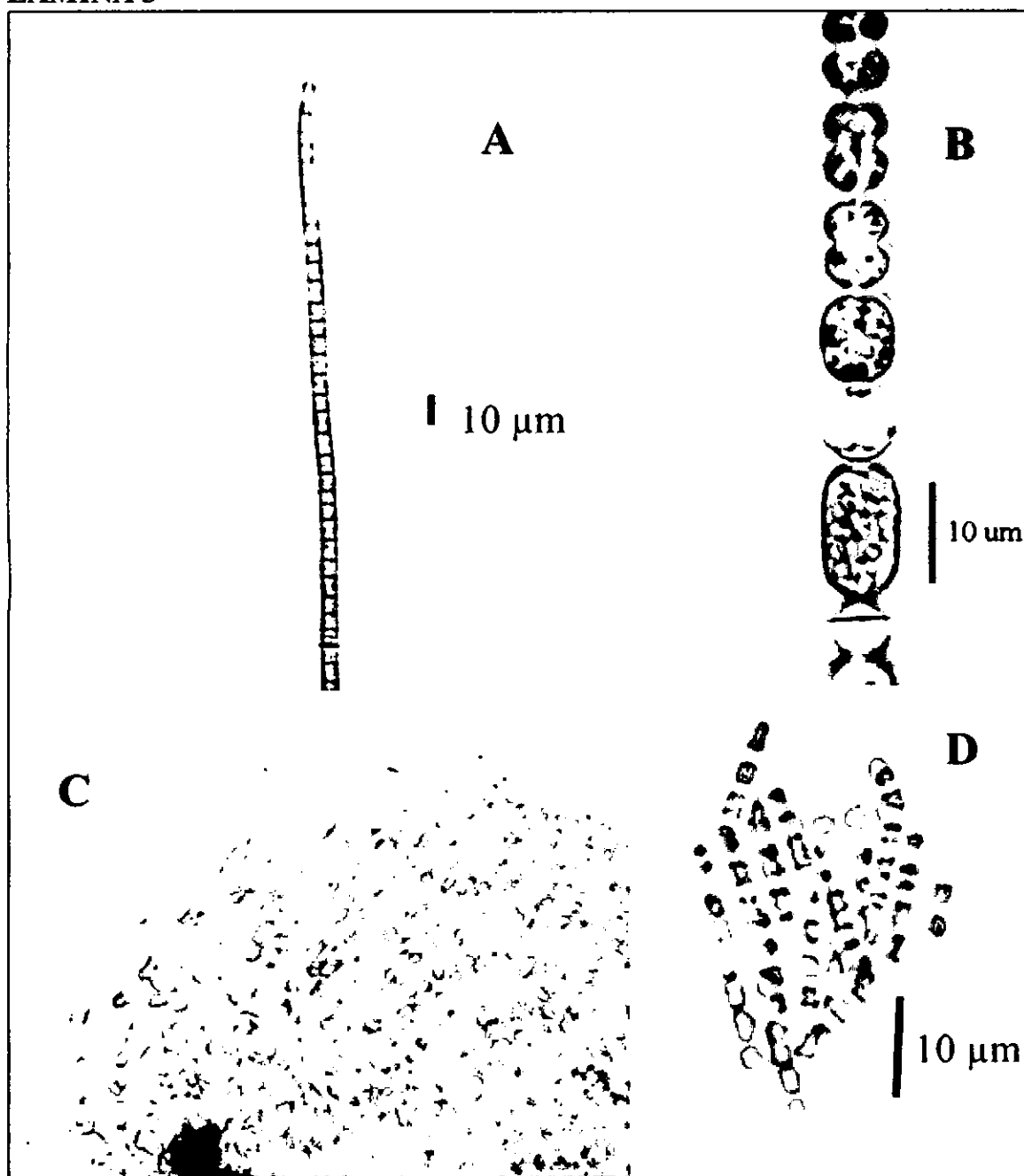


Figura 11; A: *Microcoleus cf. autumnalis*; B: *Anabaena sp.*; C: *Nostoc sp.*; D: *Pseudanabaena sp.*

## CHLOROPHYTA

### LÁMINA 4

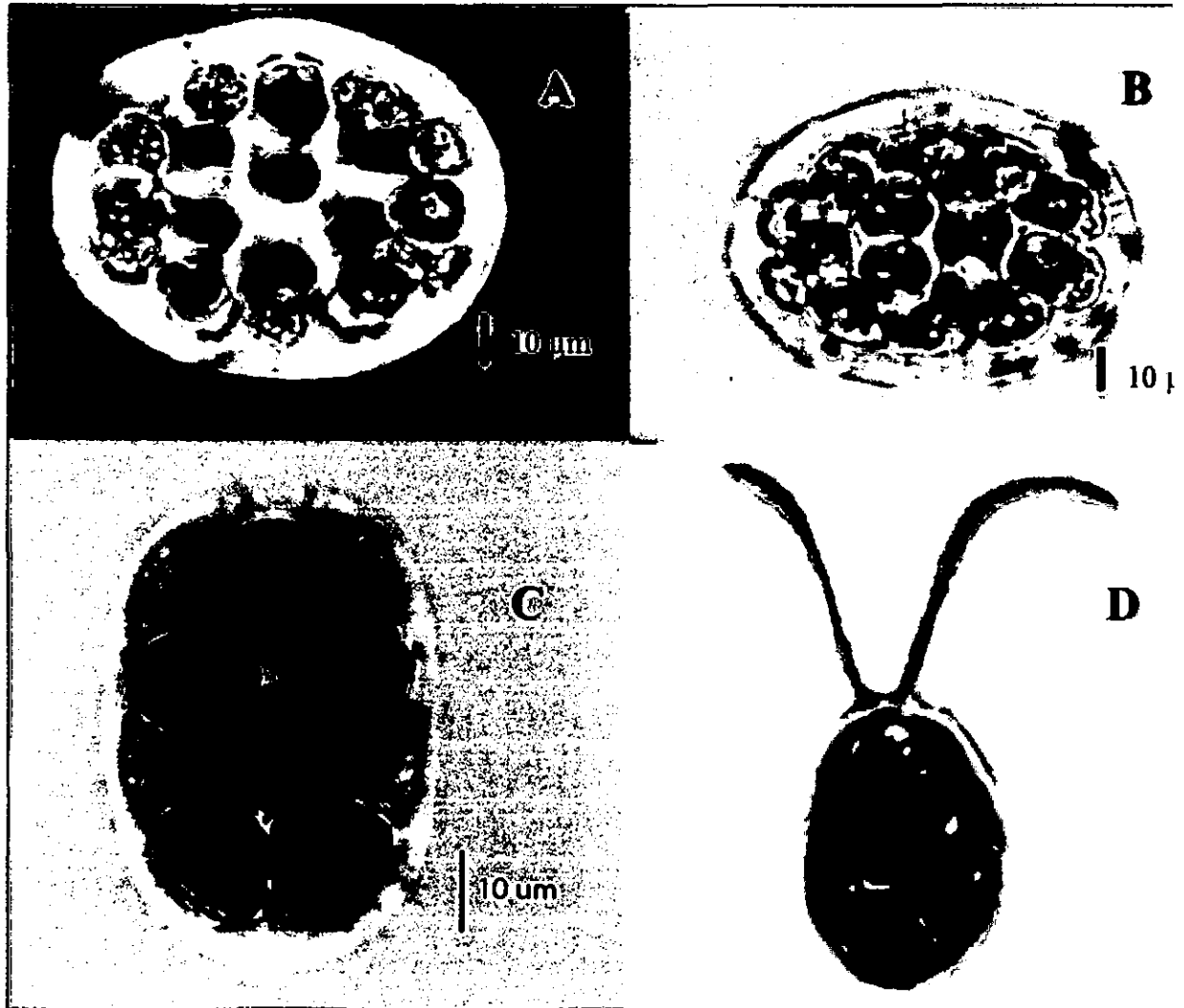


Figura 12; A y B: *Eudorina elegans*; C: *Pandorina morum*; D: *Chlamydomonas* sp.

# LÁMINA 5

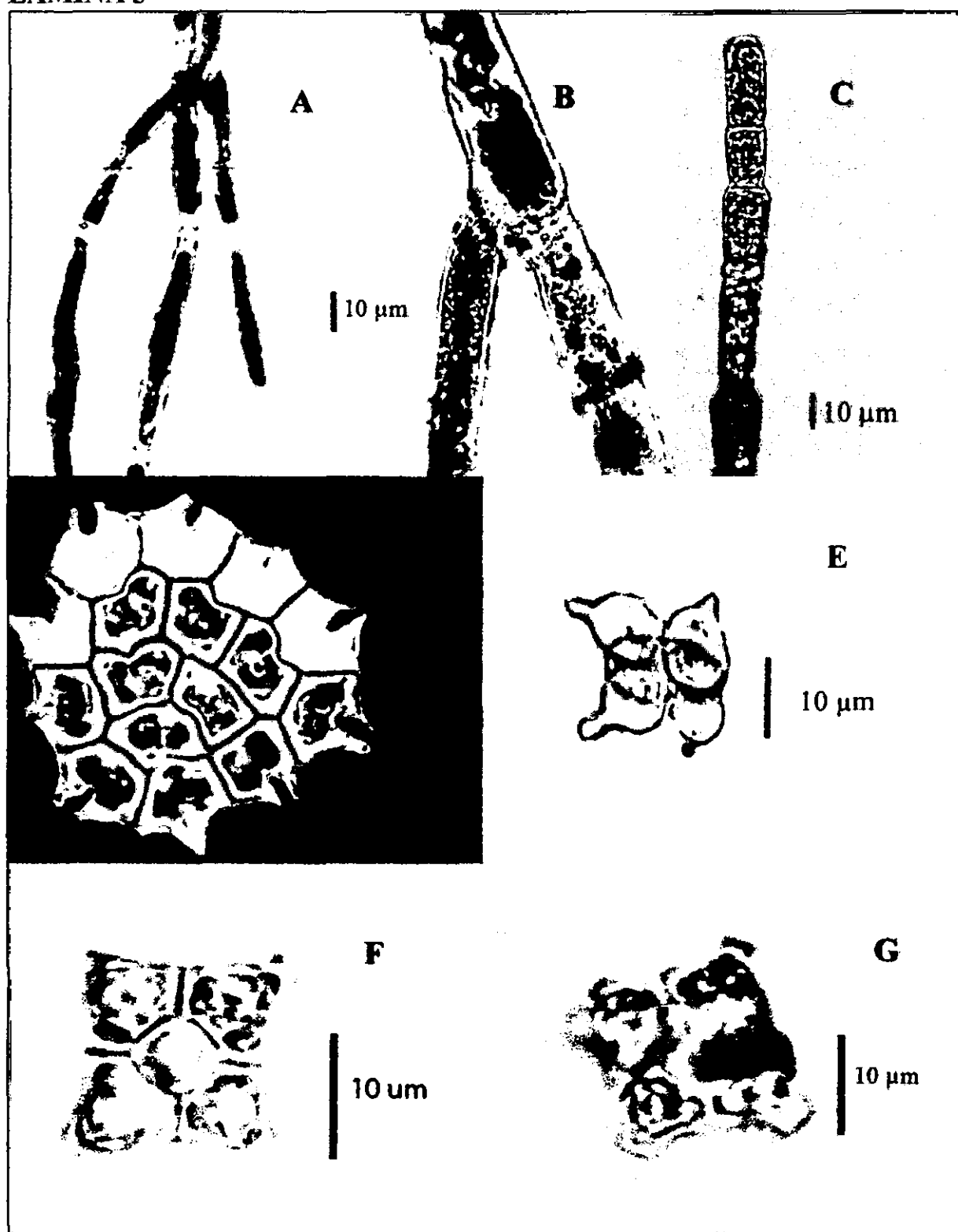


Figura 13; A y B: *Cladophora* sp.; C: *Oedogonium* sp.; D: *Pediastrum* tetras; E: *Staurostrum* sp.; F y G: *Coelastrum proboscideum*.

LÁMINA 6

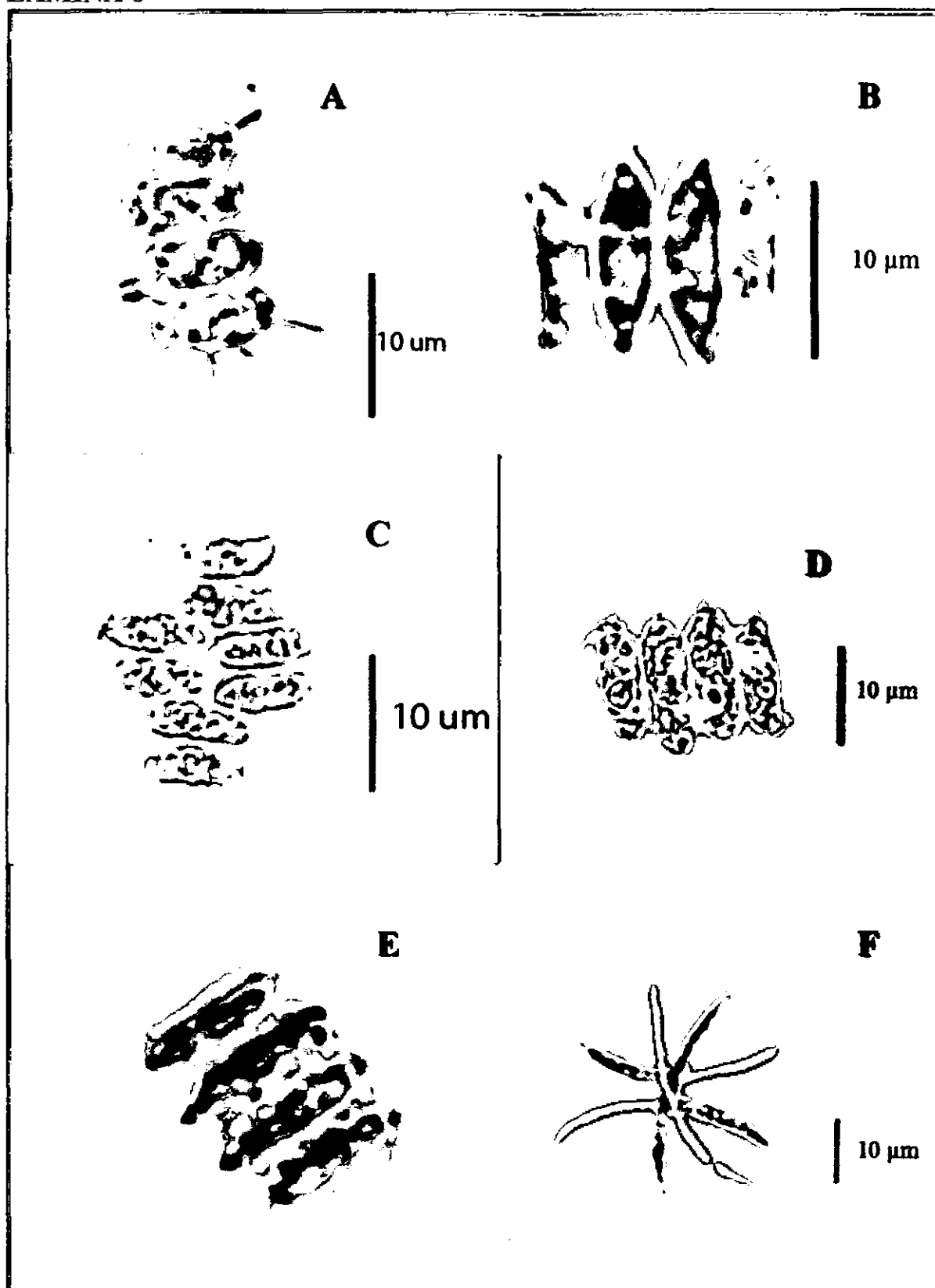


Figura 14; A: *Desmodesmus abundans*; B: *Scenedesmus acuminatus*; C: *Scenedesmus dimorphus*; D y E: *Desmodesmus brasiliensis*; F: *Ankistrodesmus falcatus*.

# LÁMINA 7

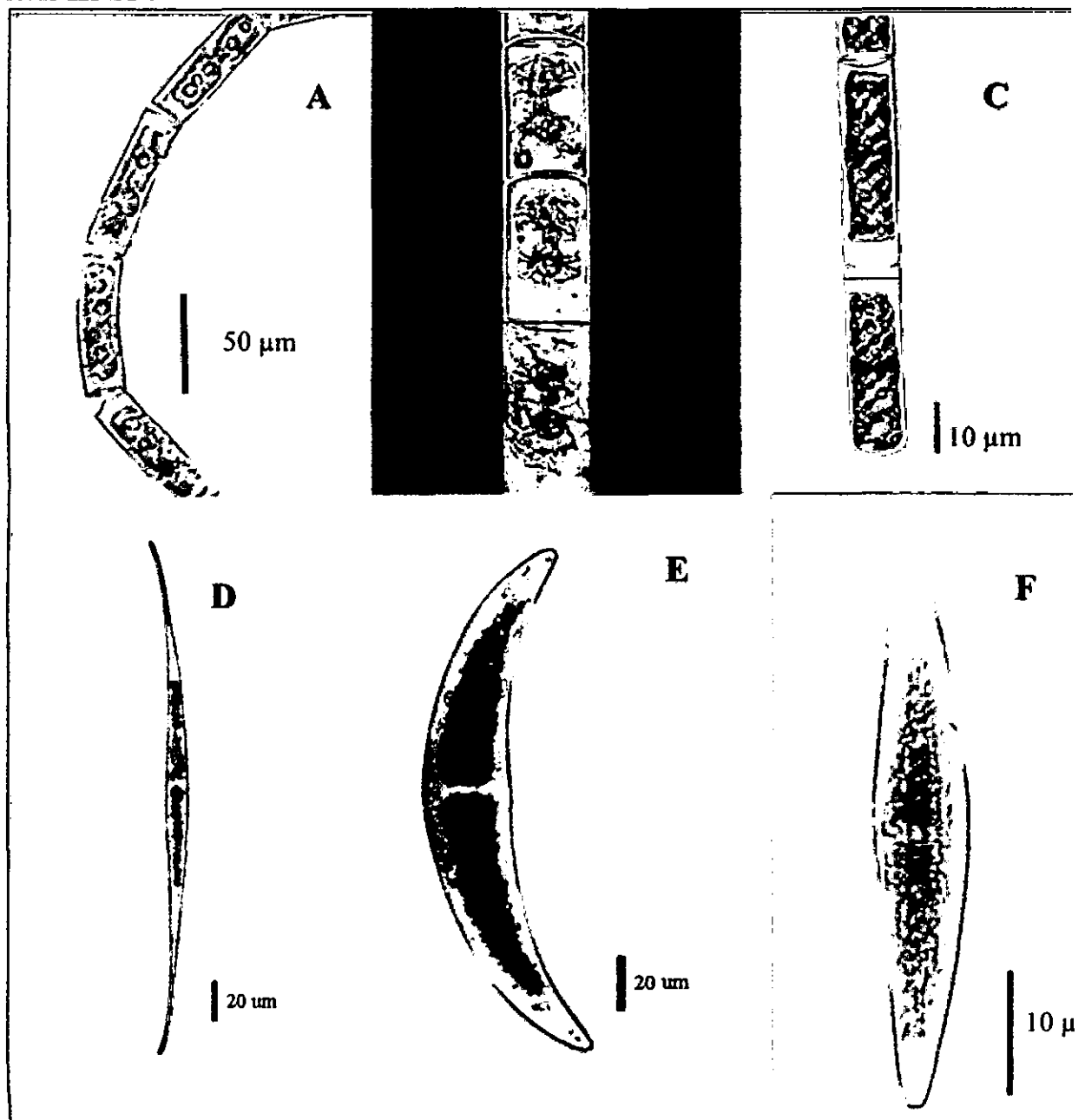


Figura 15; A: *Mougeotia* sp.; B: *Zygnema* sp.; C: *Spirogyra* sp.; D: *Closterium kuetzingii*; E: *Closterium lunula*; F: *Closterium* sp.



# LÁMINA 8

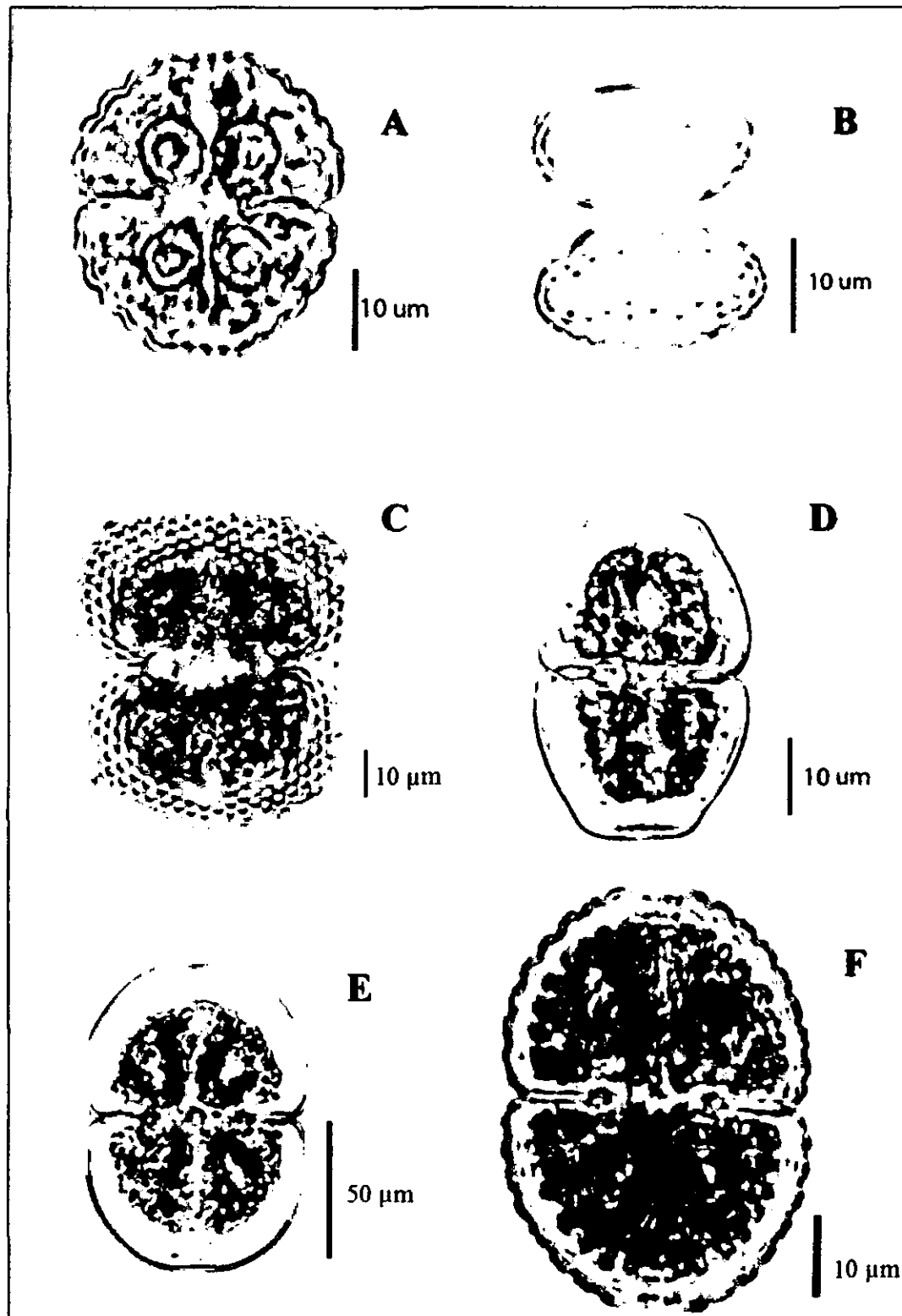


Figura 16; A: *Cosmarium botrytis*; B: *Cosmarium contractum*; C: *Cosmarium margaritatum*; D: *Cosmarium nymannianum*; E: *Cosmarium pachydermum*; F: *Cosmarium subspeciosum*

# LÁMINA 9

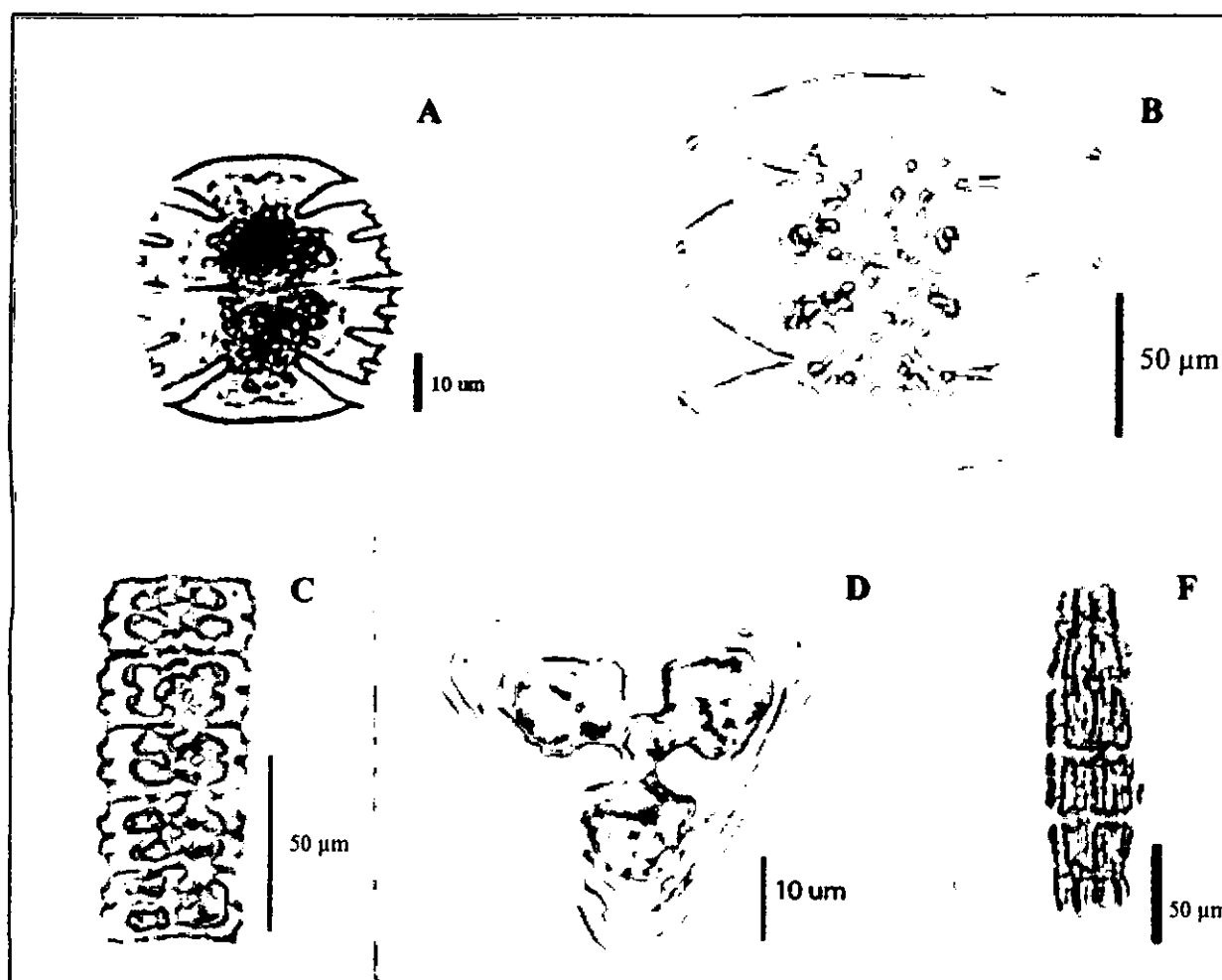


Figura 17; A: *Micrasterias truncata* var. *pusilla*; B: *Micrasterias laticeps* var. *laticeps*; C: *Desmidium aptogonum*, vista frontal, cinco individuos en cadena; D: *Desmidium aptogonum* vista superior; E: *Netrium* sp.

## EUGLENOPHYTA

### LÁMINA 10

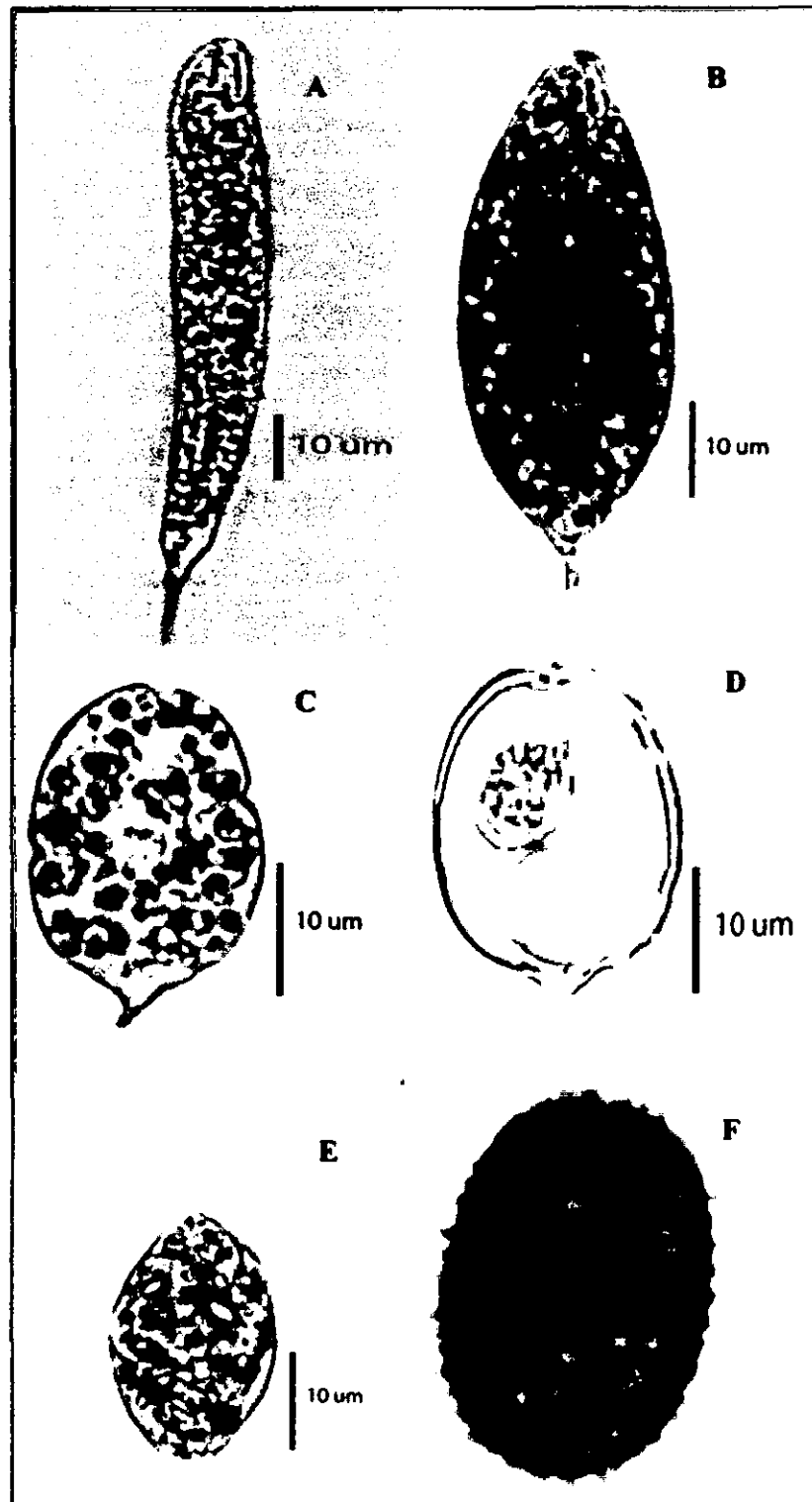
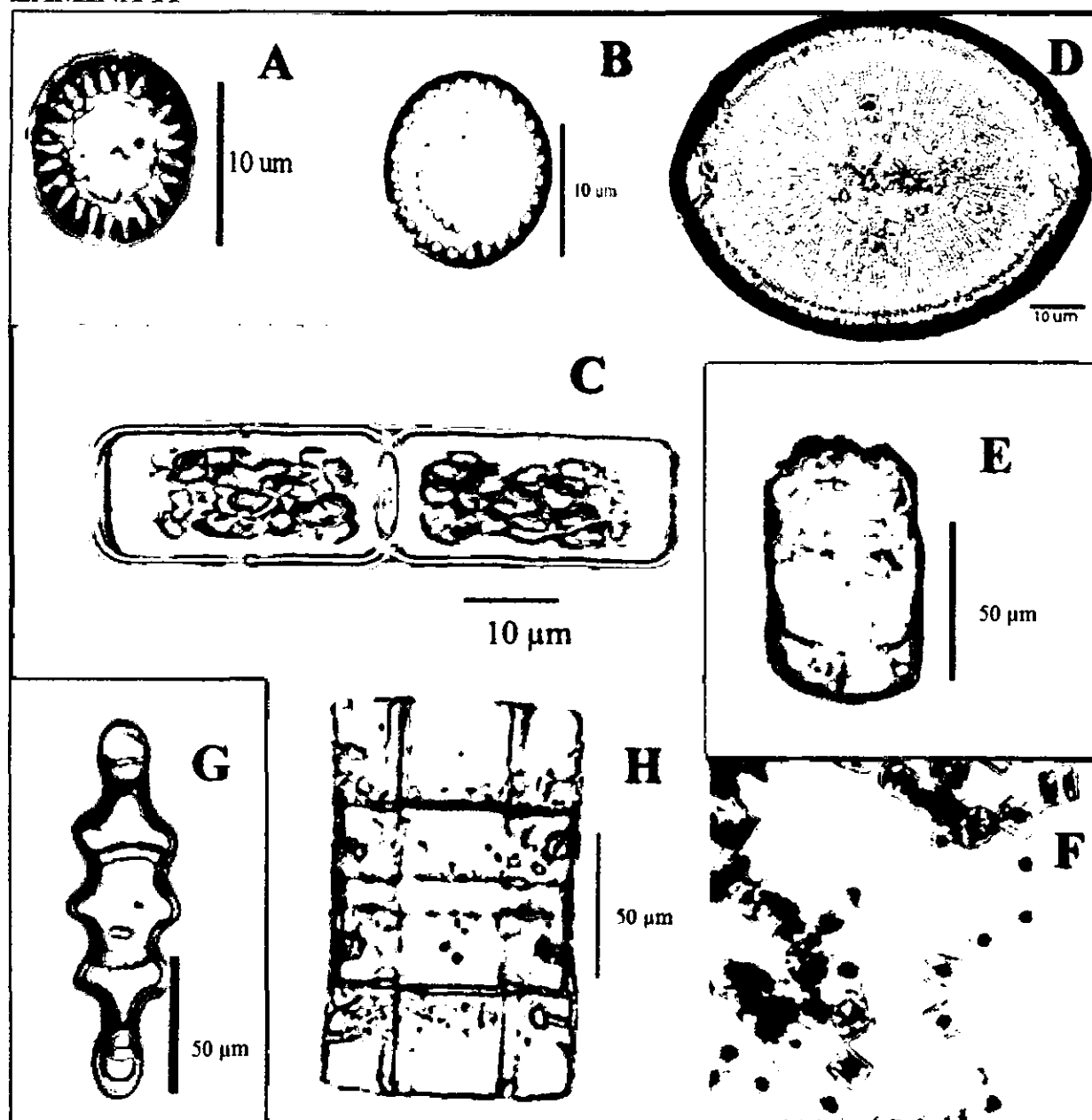


Figura 18; A: *Euglena oxyuris*; B: *Euglena* sp.; C: *Phacus* sp.; D: *Phacus pleuronectes*; E: *Lepocinclis* sp.; F: *Trachelomonas hispida*

## BACILLARIOPYTA

### LÁMINA 11



**Figura 19;** A: *Cyclotella meneghiniana*, vista valvar; B: *Cyclotella* sp.; C: *Melosira varians*; D: *Pleurosira laevis* en vista valvar, presencia de dos rimoportulas rodeadas de una pequeña área hialina y dos occlos posicionados uno frente al otro; E: *P. laevis* en vista cingular; F: *P. laevis*, individuos formando cadenas; G: *Terpsinoe musica* en vista valvar; H: *T. musica* en vista cingular.

# LÁMINA 12

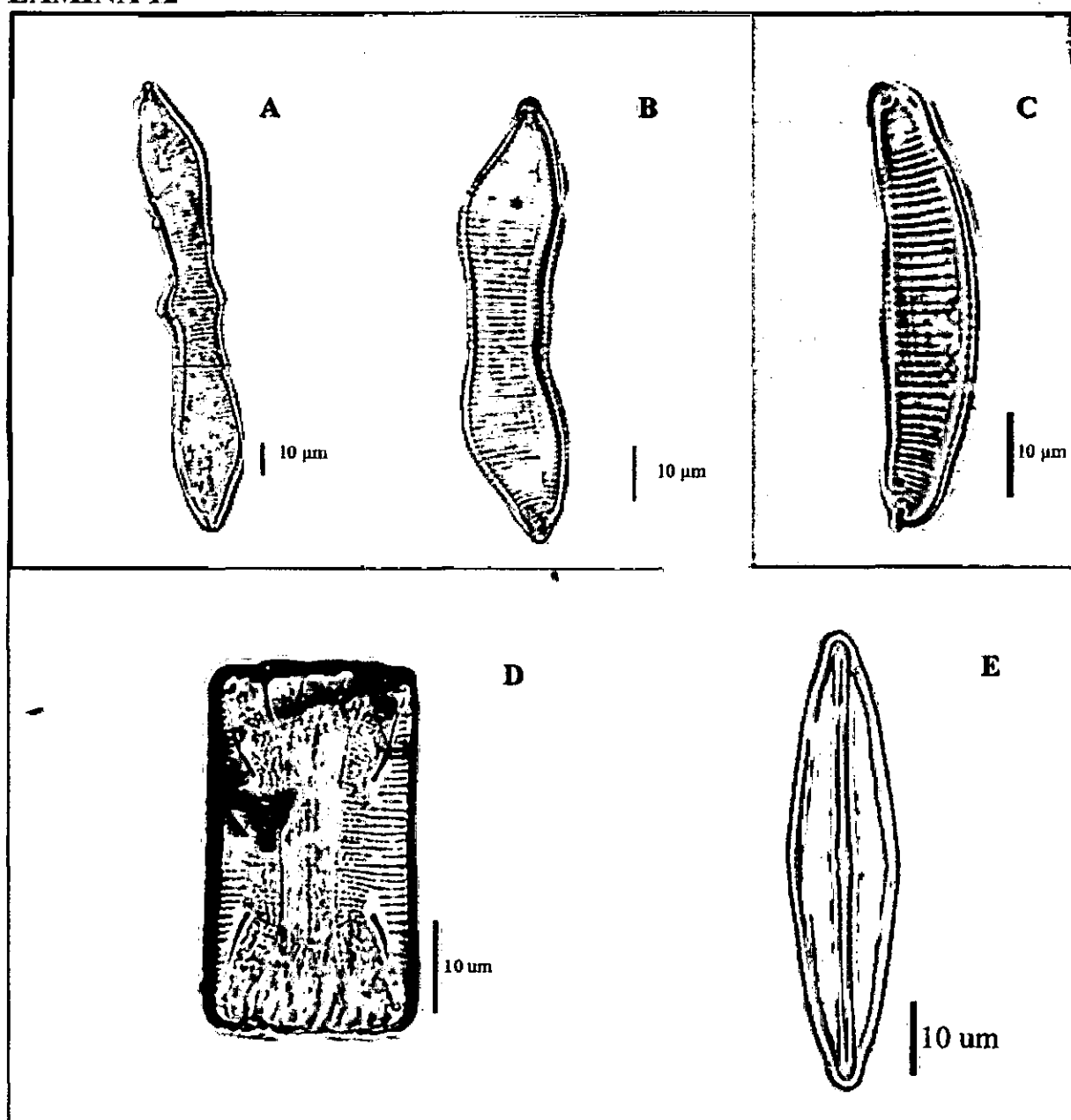


Figura 20; A: *Eunotia didyma* var. *claviculata*, vista valvar; B: *Eunotia didyma*, vista valvar; C: *Eunotia* sp., vista valvar; D: *Eunotia* sp., vista cingular; E: *Frustulia rhomboides*, vista valvar.

LÁMINA 13

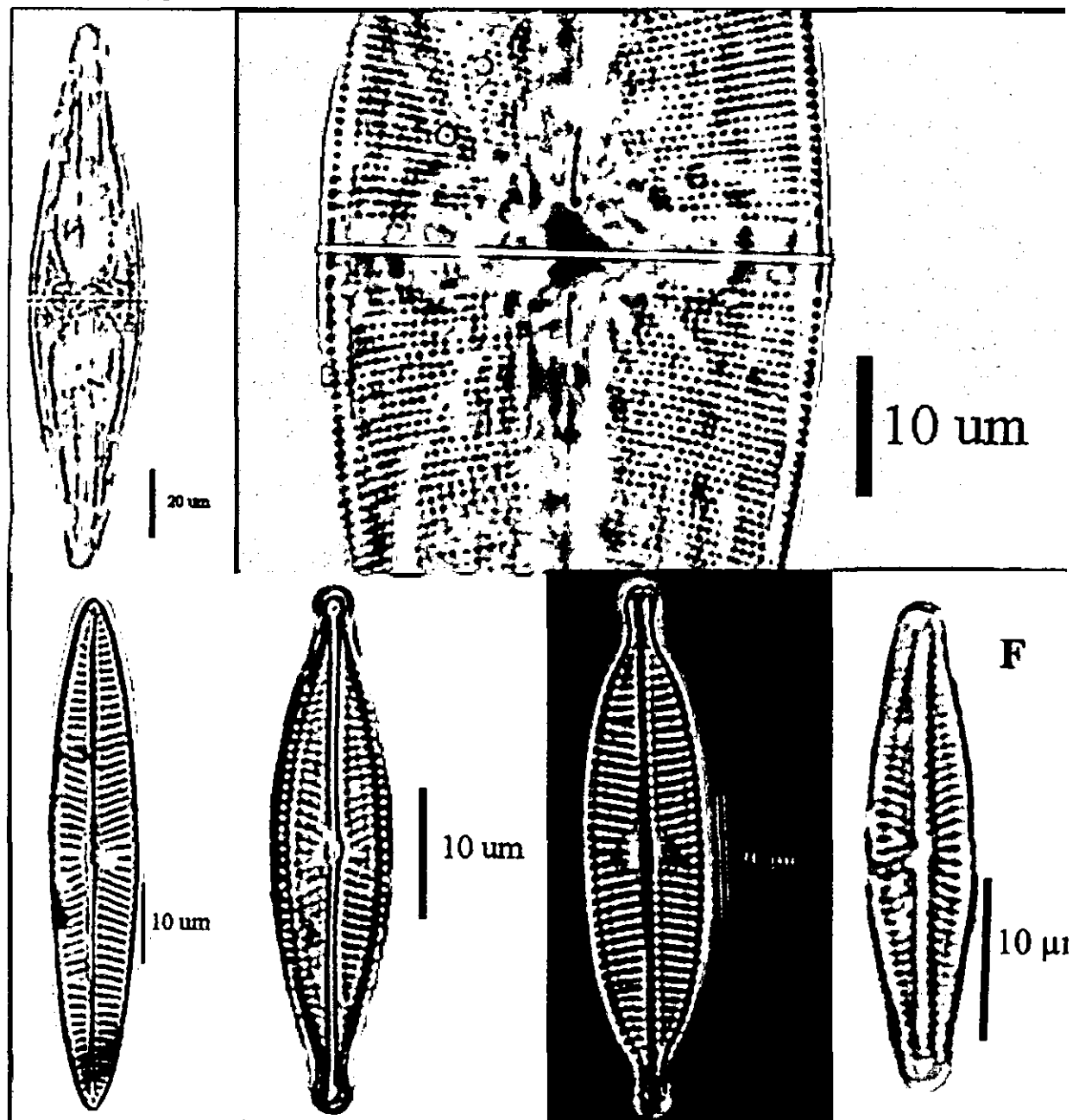


Figura 21; A yB: *Stauroneis* sp., vista valvar; C: *Navicula geronimensis*, vista valvar; D: *Navicula* sp., vista valvar; E: *Navicula subrhynchocephala*, vista valvar; F: *Navicula symmetrica*.

LÁMINA 14

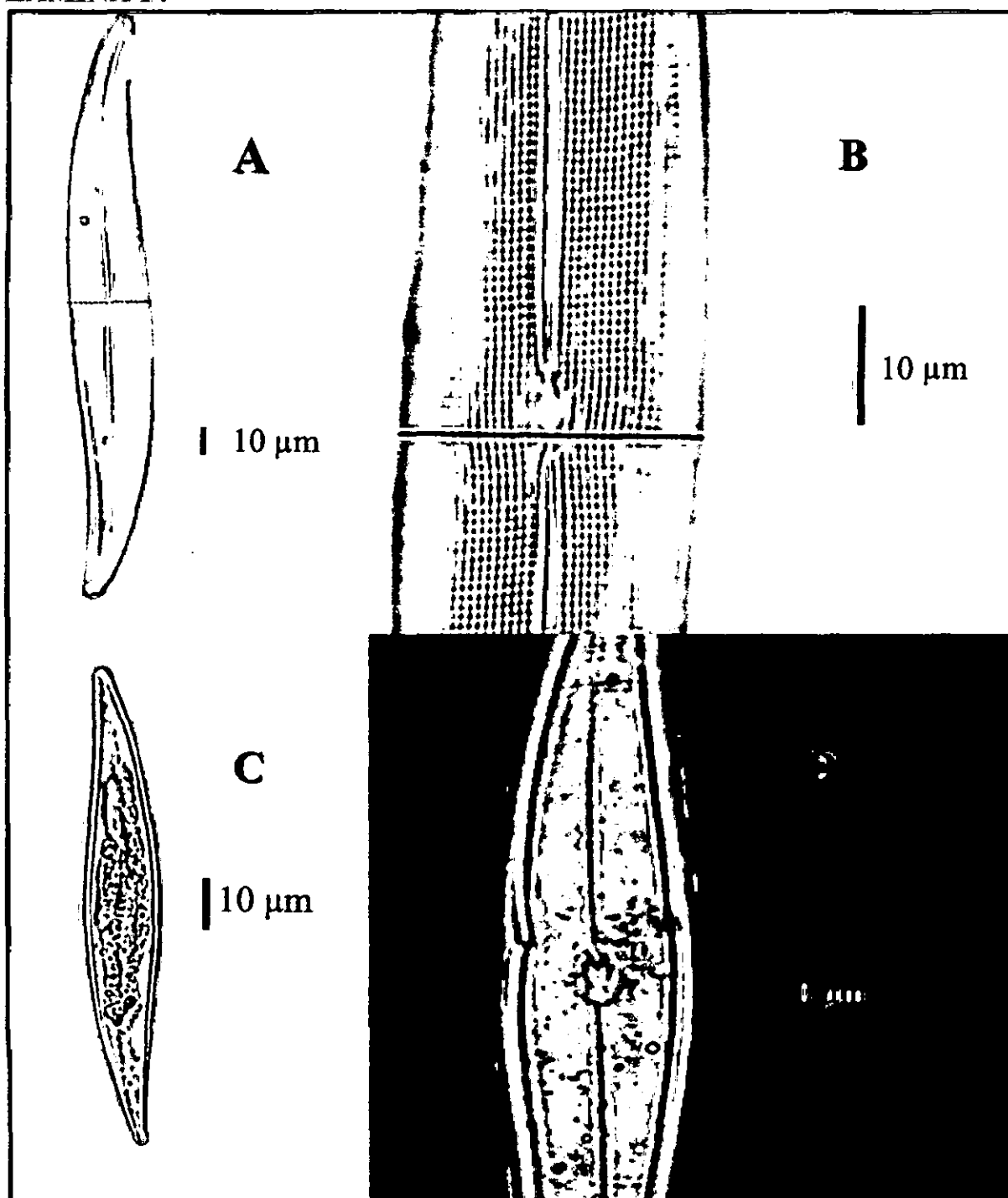


Figura 22; A: *Gyrosigma* sp., vista valvar; B: *Gyrosigma* sp., estrias horizontales y paralelas al rafe; C: *Pleurosigma* sp., en vista valvar; D: *Pleurosigma* sp., estrias oblicuas al rafe.

# LÁMINA 15

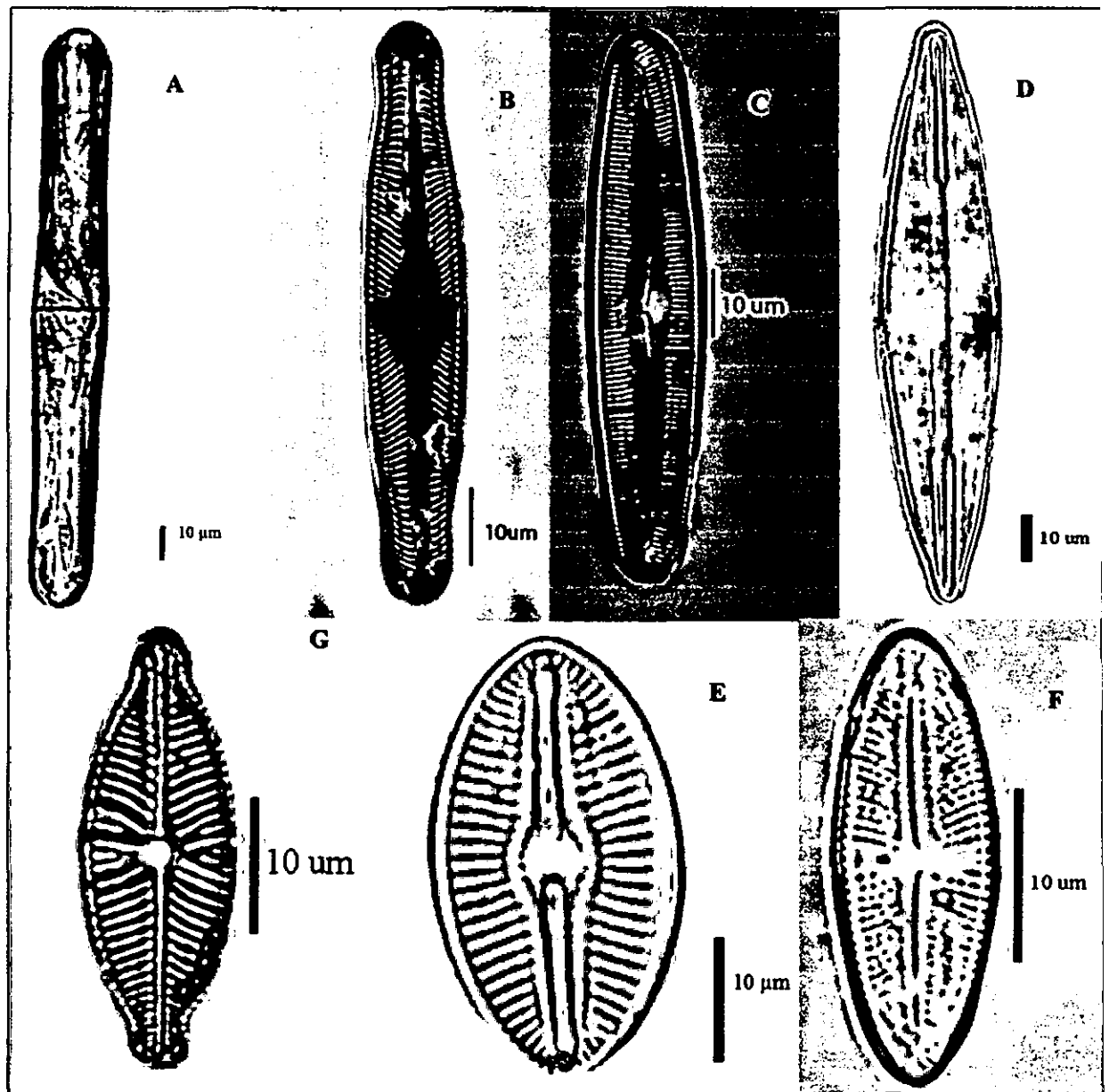


Figura 23; A: *Pinnularia major*, vista valvar; B: *Pinnularia microstauron*, vista valvar; C: *Pinnularia viridis*, vista valvar; D: *Amphipleura lindheimeri*, vista valvar; E: *Diploneis elliptica*, vista valvar; F: *Luticola mutica*, vista valvar; G: *Geissleria decussis*, vista valvar.



LÁMINA 16

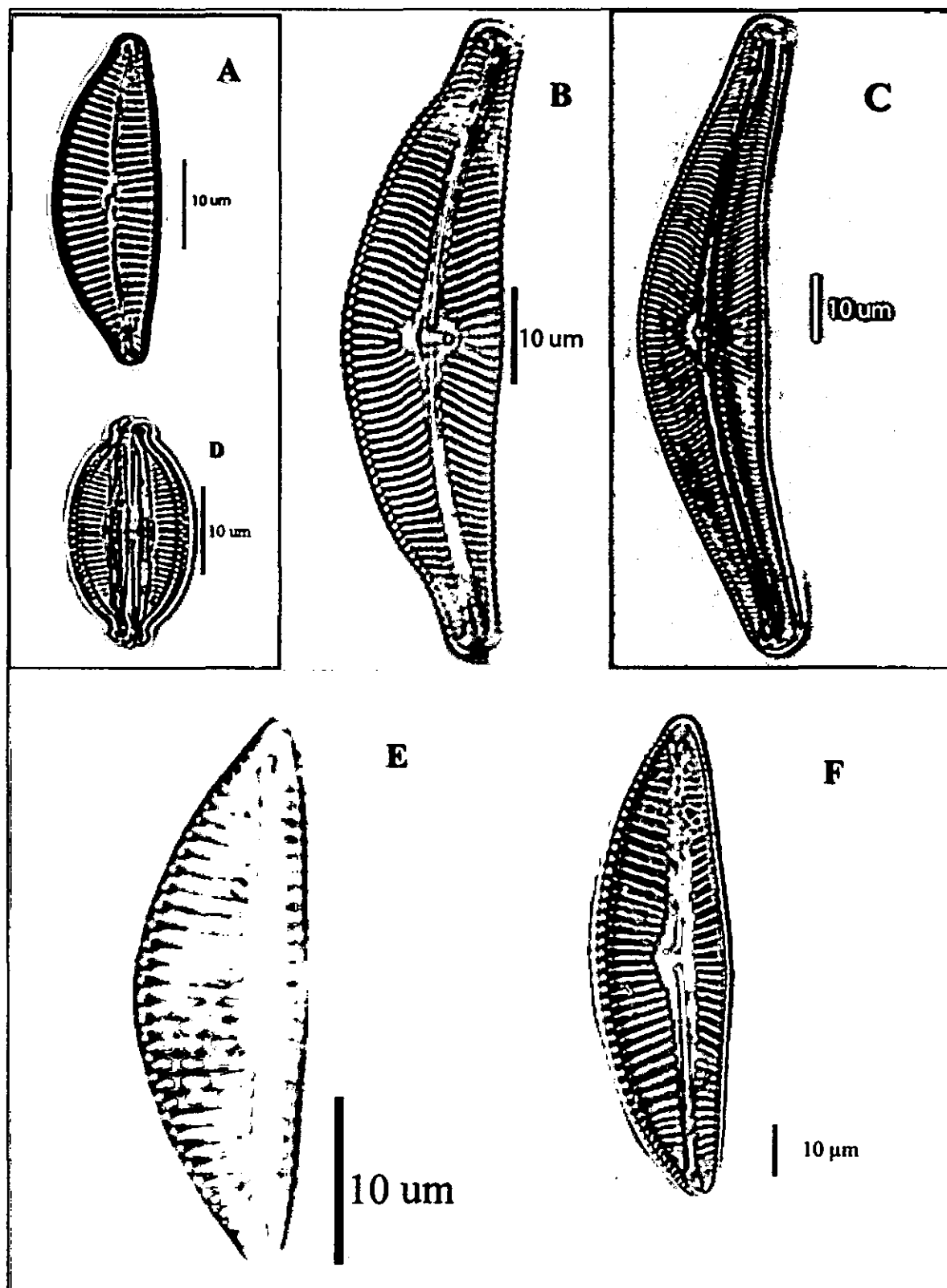


Figura 24; A: *Cymbella affinis*, vista valvar; B: *Cymbella cistula*, vista valvar; C: *Cymbella tumida*, vista valvar; D: *Amphora* sp, vista cingular.; E: *Encyonema minutum*, vista valvar; F: *Encyonema* cf. *latum*., vista valva.

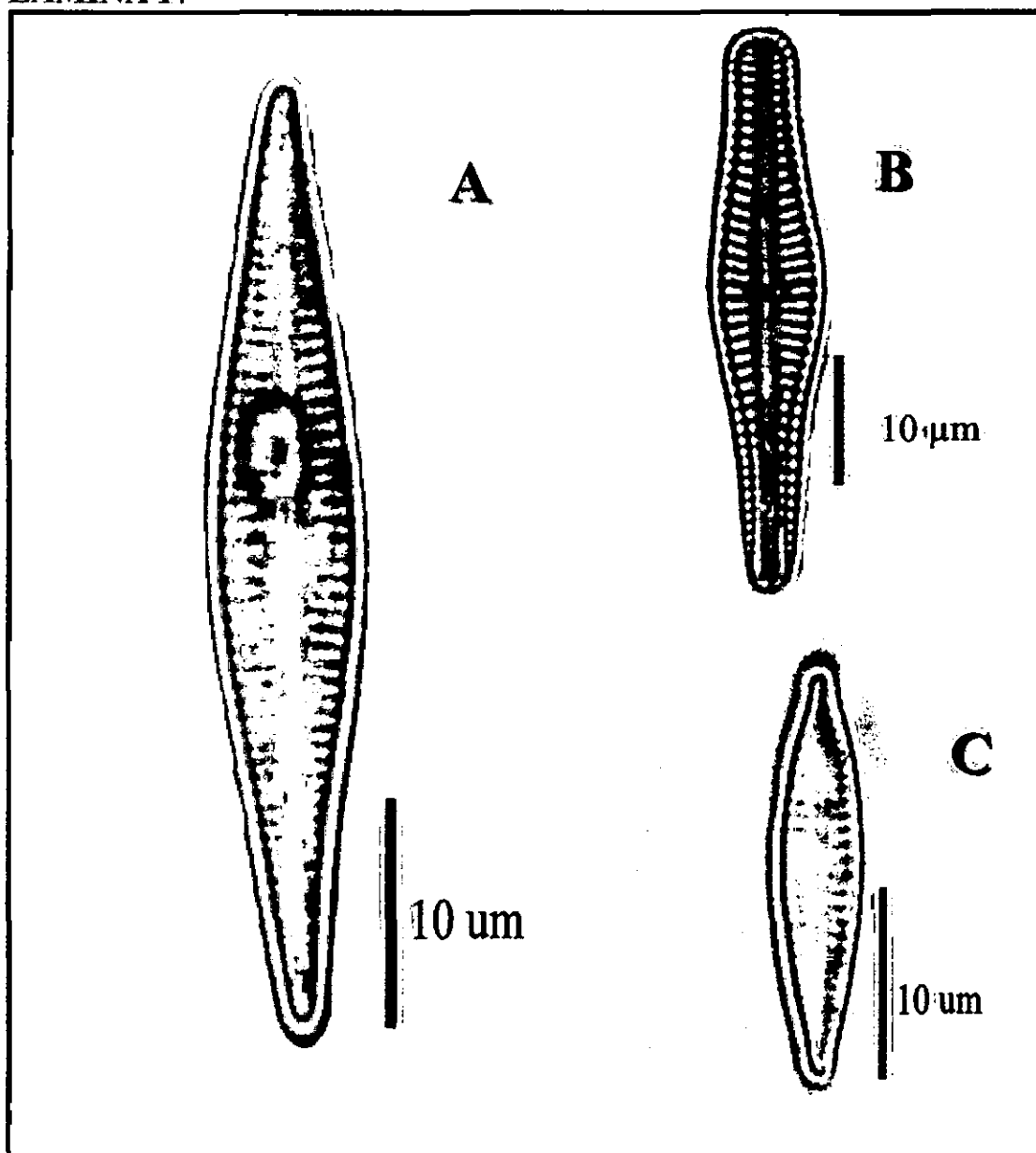


Figura 25; A: *Gomphonema gracile*, vista valvar; B: *Gomphonema subclavatum*, vista valvar; C: *Gomphonema parvulum*, vista valvar.

LÁMINA 18

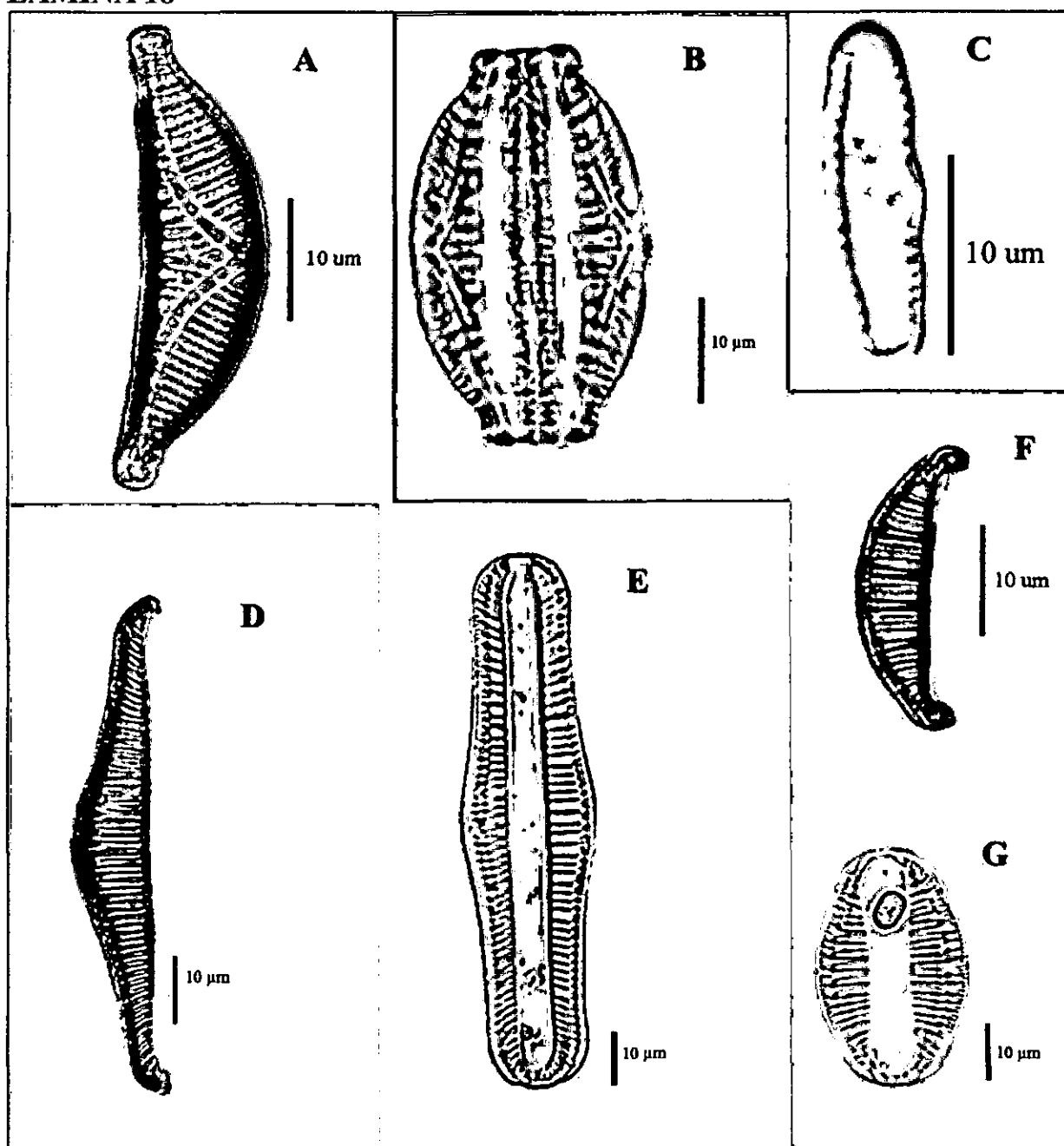


Figura 26; A: *Epithemia sorex*, vista valvar; B: *E. sorex*, vista cingular; C: *Reimeria sinuata*; D: *Rhopalodia gibba*, vista valvar; E: *R. gibba*, vista cingular; F: *Rhopalodia gibberula*; G: *R. gibberula* en vista cingular o conectival.

LÁMINA 19

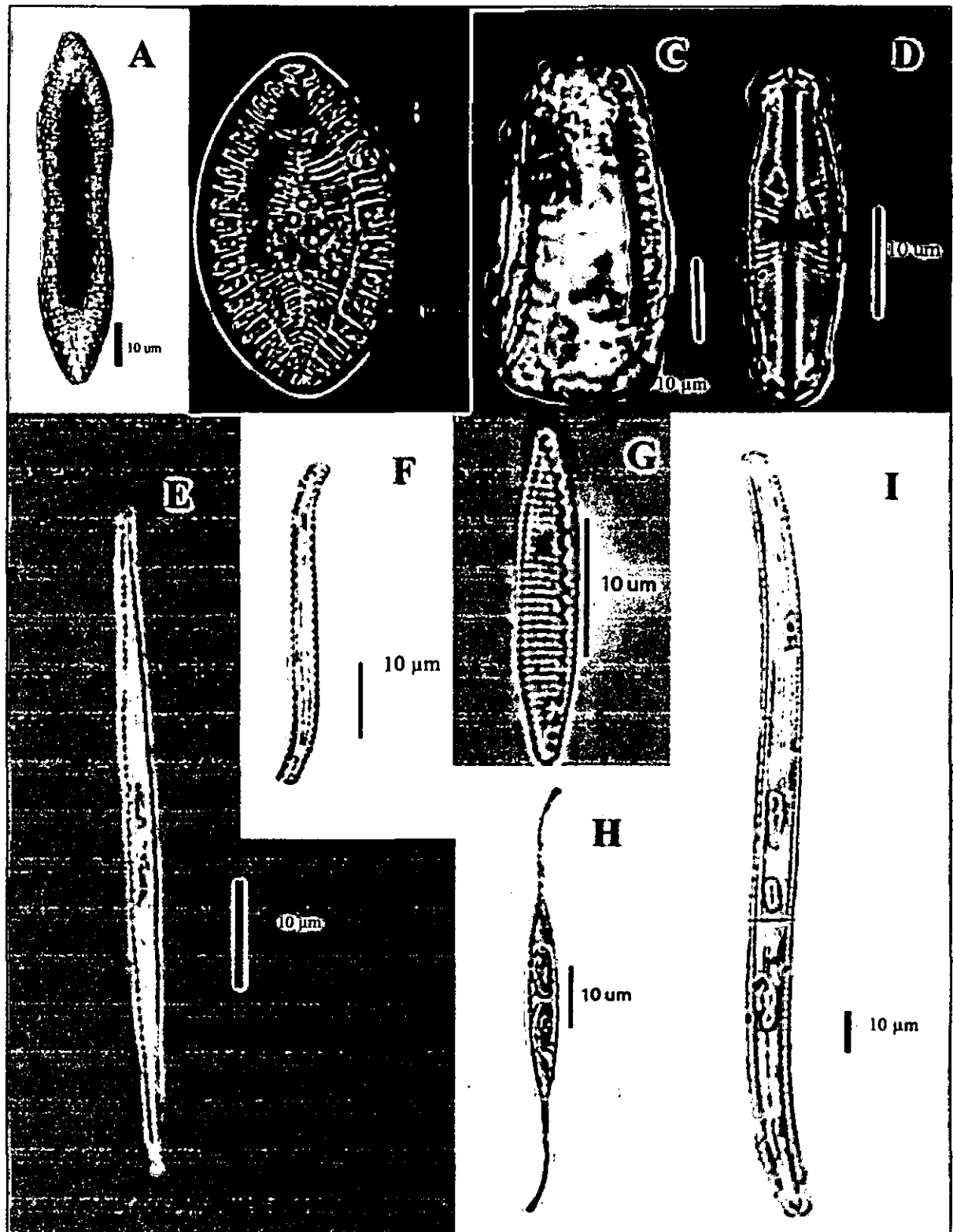


Figura 27; A: *Surirella linearis* var. *constricta*, en vista valvar; B: *Surirella* cf. *brightwellii*, en vista valvar; C: *Surirella* cf. *brightwellii*, vista cingular; D: *Sellaphora pupula*; E: *Nitzschia linearis* en vista valvar; F: *Nitzschia sigma*, en vista cingular; G: *Nitzschia* sp., en vista valvar; H: *Nitzschia reversa*, en vista valvar; I: *Nitzschia sigmoidea*, en vista cingular.

# LÁMINA 20

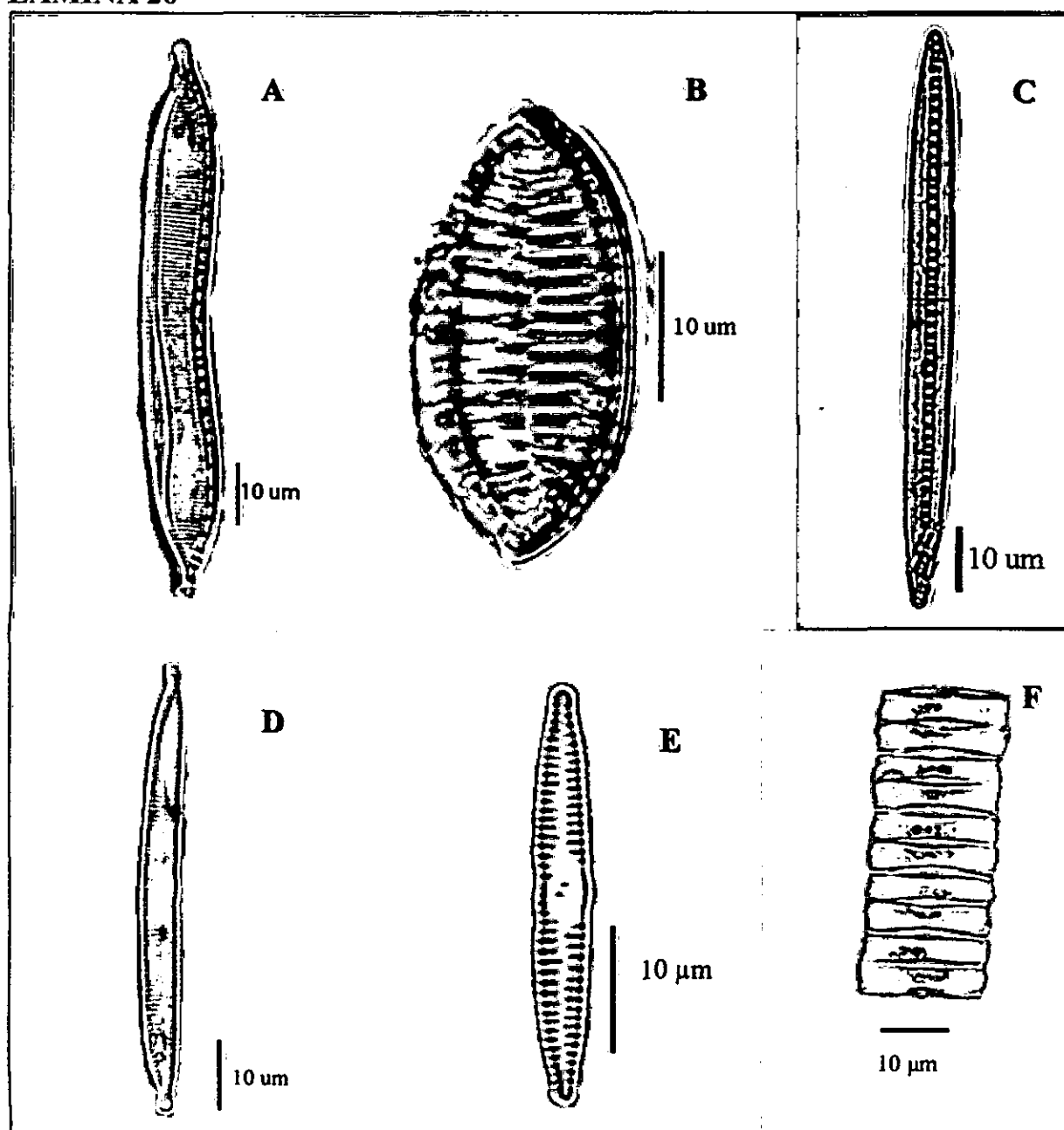


Figura 28; A: *Hantzschia amphioxys*, en vista valvar; B: *Tryblionella* sp.; en vista valvar; C: *Bacillaria paxilifera*; D: *Fragilaria capucina* en vista valvar; E: *Fragilaria vaucheriae* en vista valvar; F: *Fragilaria* sp., individuos formando cadena.

LÁMINA 21

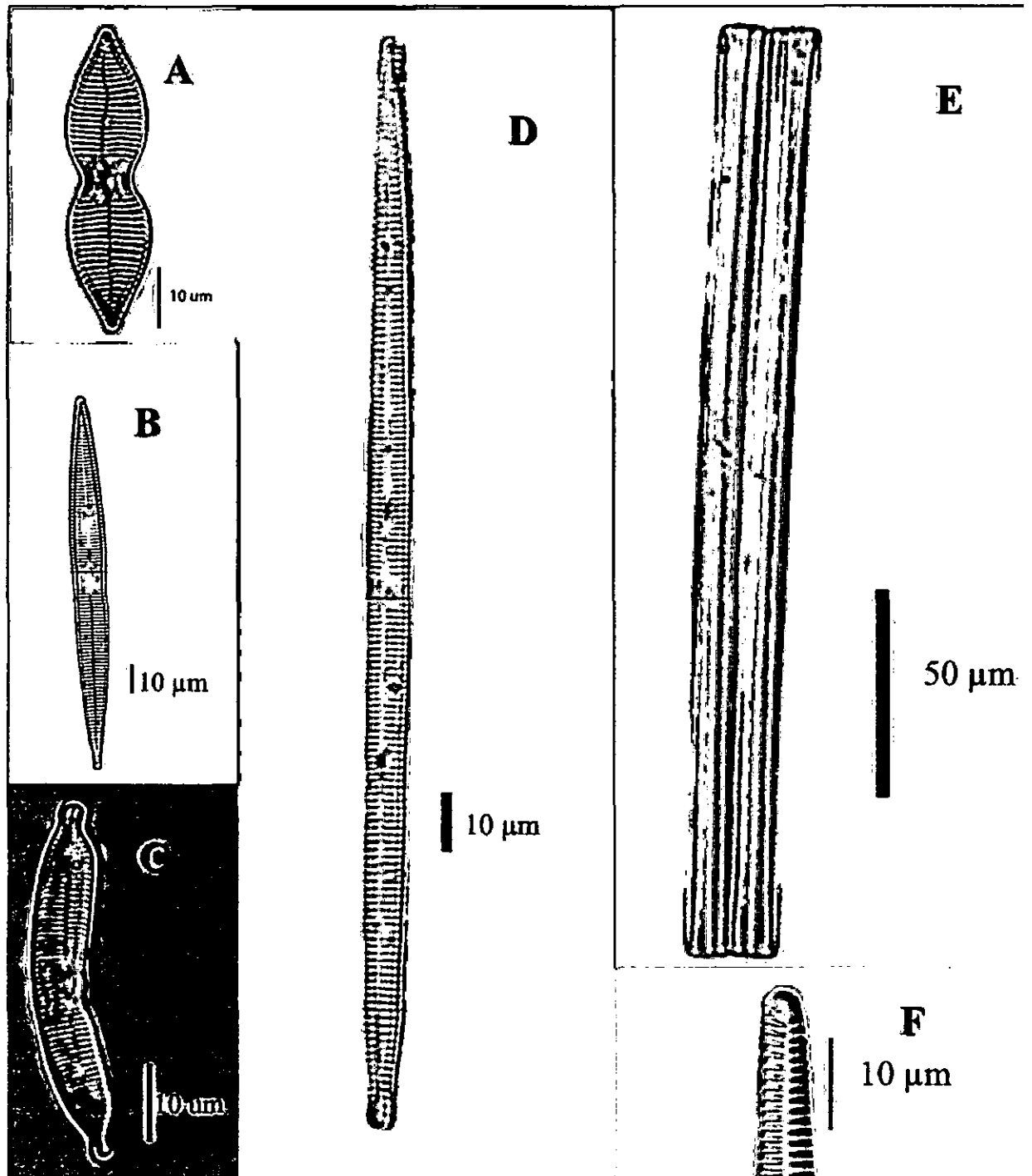


Figura 29; A: *Synedra goulardii*, en vista valvar; B: *Synedra* sp., en vista valvar; C: *Hannaea arcus*, en vista valvar; D: *Ulnaria ulna*, en vista valvar; E: *U. ulna*, en vista cingular; F: *U. ulna*, una rimoportula en el ápice de la valva.

LÁMINA 22

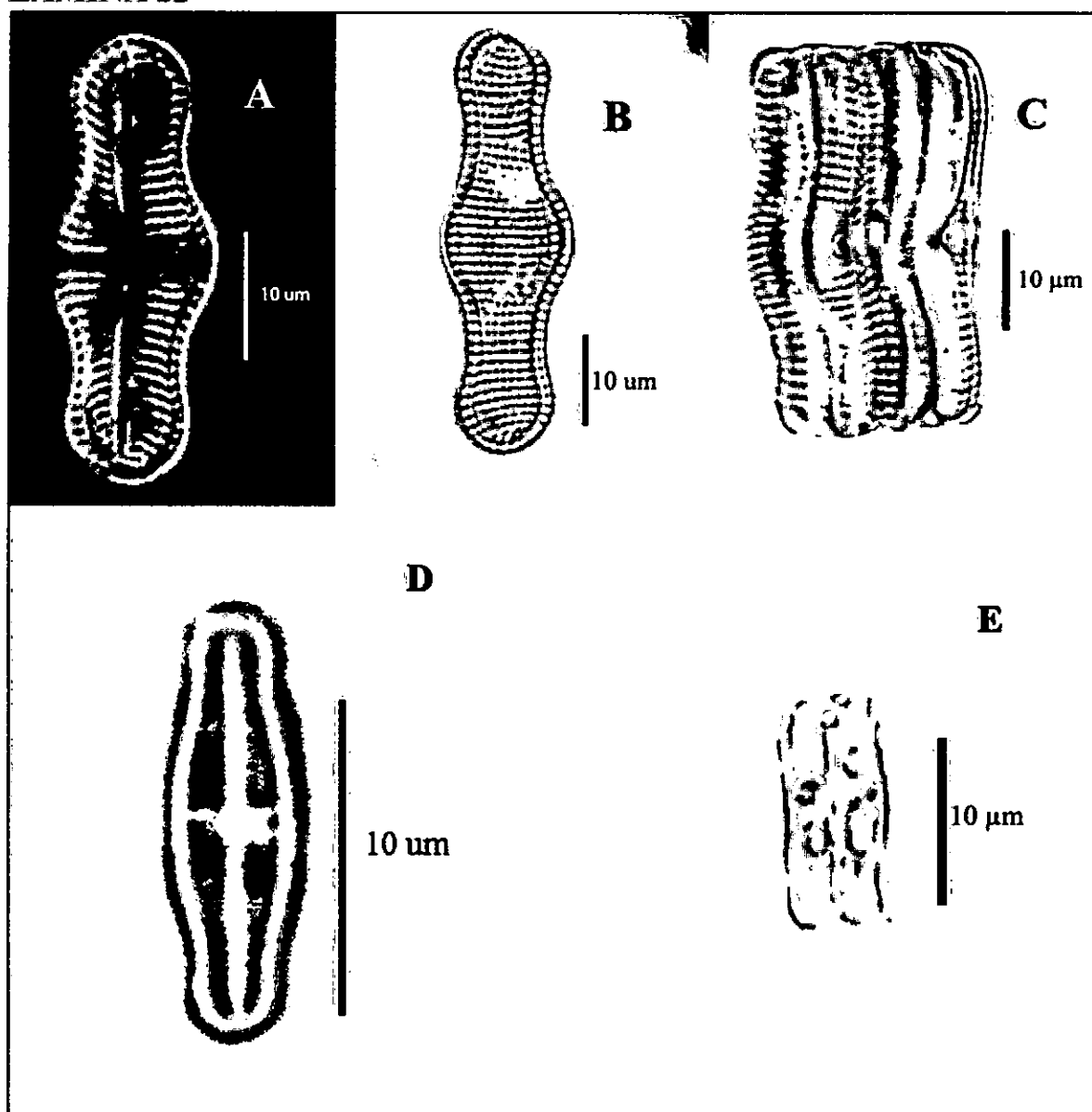


Figura 30: A: *Achnanthes inflata* en vista valvar, fascia central y rafe en una valva (epivalva); B: *A. inflata*, valva sin rafe (hipovalva), ausencia de fascia central, estrias punteadas; C: *A. inflata*, vista cingular, trilobuladas, formando cadenas; D: *Achnanthidium minutissimum*, vista valvar, estrias casi imperceptibles; E: *A. minutissimum*, vista cingular, formando cadenas.

LÁMINA 23

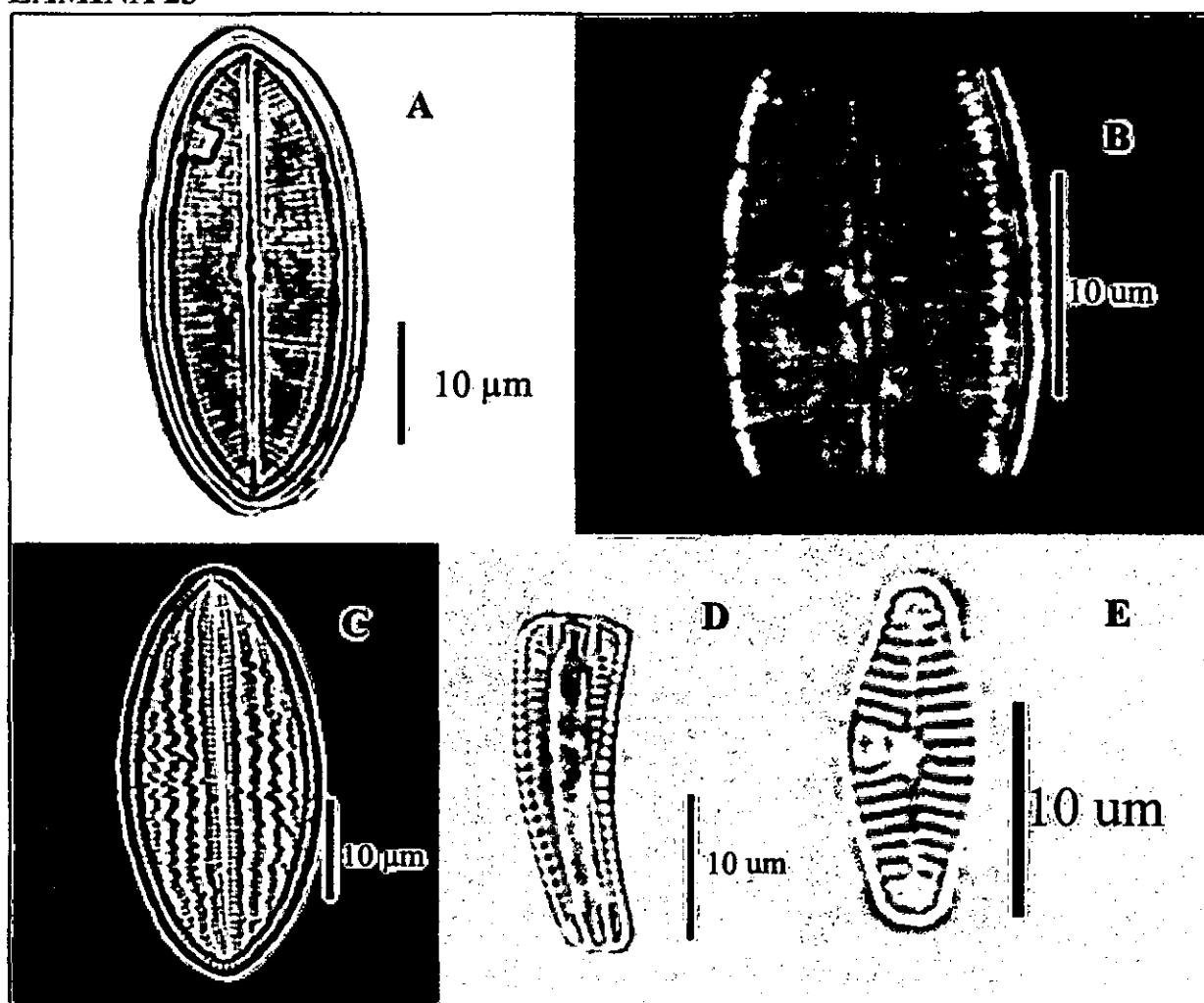


Figura 31; A: *Cocconeis placentula*, vista valvar con rafe filiforme; B: *C. placentula*, epivalva con ramas proximales del rafe y presencia de nódulo central; D: *C. placentula*, hipovalva carece de rafe; E: *Planothidium lanceolatum*, vista valvar.





**Figura 32:** A: Material usado en la recolección de muestra; B: Toma de muestra; C: Obtención del sustrato de donde se obtuvo la muestra; D: Toma de los parámetros físico químico; E: Integrantes del Proyecto Evaluación Socio-Económica y biodiversidad del distrito de Canchaque – Huancabamba – Piura.

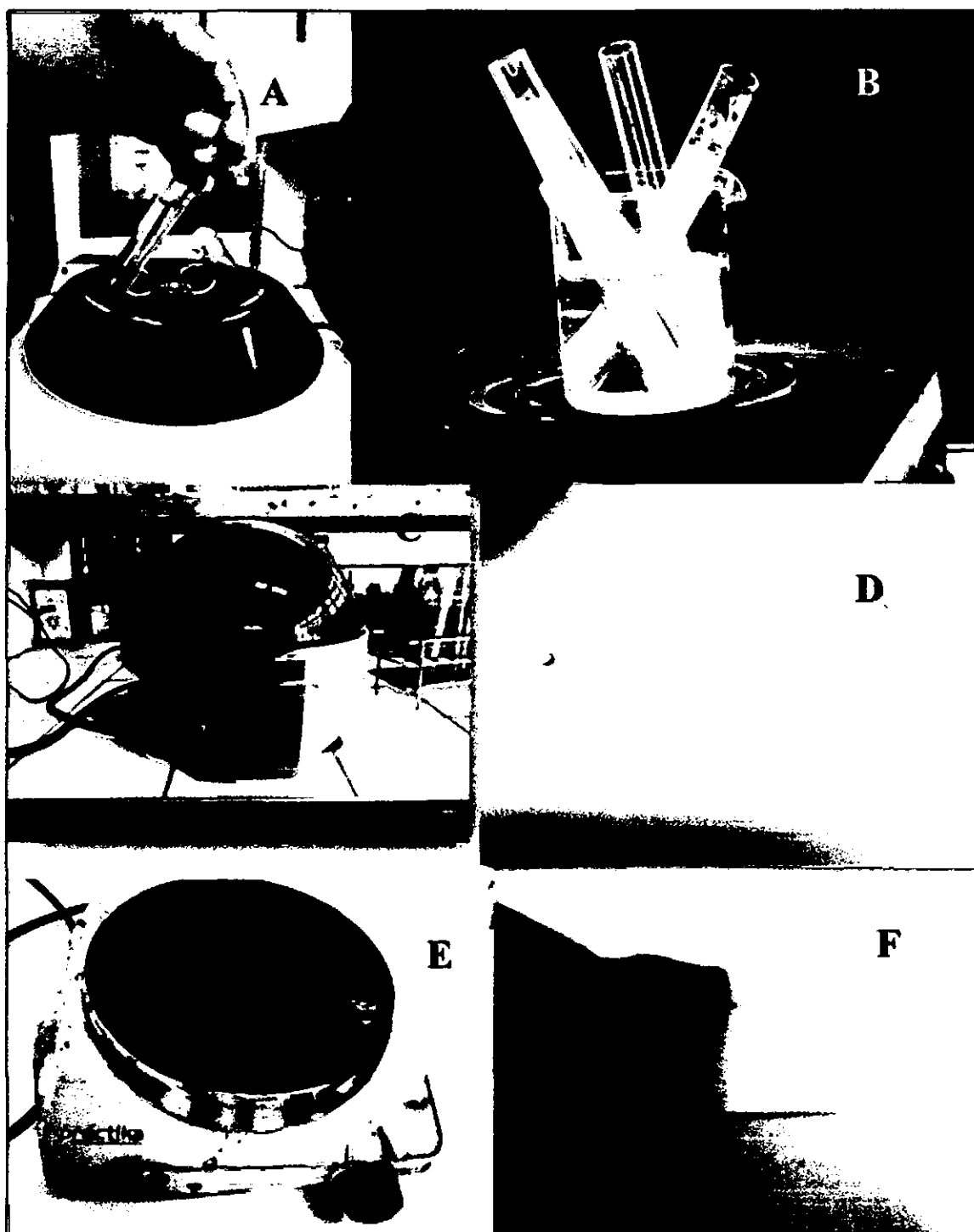


Figura 33; A: Eliminación del preservante mediante centrifugado; B: Limpieza de diatomeas; C: Eliminación del Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y Ácido Clorhídrico (HCl); D: Medio de montaje Zrax; E: Fijación de la muestra; F: Muestra montada

**Cuadro 8:** Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Canchaque.

**ZONA-1: CANCHAQUE**

DIATOMEAS	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)	E 1.1	E 1.2	E 1.3	E 1.4	E 1.5	E 1.6
Achnanthes	5	1			2			
Amphipleura	5	3		1				
Amphora	3	2		2	3	1		5
Ceratoneis	5	2				1		
Cocconeis	4	1	1	33	6	1		20
Cyclotella	3	1			19			
Cymbella	5	1	9	21	12	107		65
Diploneis	5	1			21		1	18
Epithemia	5	2		6	2	18		6
Eunotia	5	1					3	
Fragilaria	4	1	283	169	227	146	403	152
Frustulia	5	2						2
Gomphonema	3	2	2	10	23	13	2	15
Gyrosigma	4	3	3	4	18			
Hantzschia	1	3						2
Melosira	3	1		6		1	3	
Navicula	1	1	18	26	146	2	4	36
Nitzschia	1	1		8	8	11		101
Rhopalodia	4	1	1	80	0	26		7
Stauroneis	5	2				2		
Surirella	3	3		1				3
Synedra	3	1	109	109	1	104		56
TOTAL			426	476	488	433	416	488
IDG			3,72	3,69	3,63	3,96	3,98	3,31

**Cuadro 9:** Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Maraypampa.

**ZONA-2: MARAYPAMPA**

DIATOMEAS	SENSIBILIDAD (S)	VARIAIBILIDAD (V)	E 2.1	E 2.2	E 2.3	E 2.4	E 2.5	E 2.6
Achnanthes	5	1		1			1	
Amphipleura	5	3	14		37		7	1
Amphora	3	2			1			
Ceratoneis	5	2		208	15			
Cocconeis	4	1	1	59	9		27	
Cymbella	5	1		3	118		83	
Diploneis	5	1	87				3	
Eunotia	5	1					4	
Fragilaria	4	1	35	71	95	58	88	368
Frustulia	5	2				22	1	6
Gomphonema	3	2	179	39	55	79	85	42
Melosira	3	1		9	6		22	
Navicula	1	1	44	3	15	67	16	10
Nitzschia	1	1	4	8	11	7	18	4
Pinnularia	4	3	10		3	155	4	15
Rhoicosphenia	4	1	107		13		34	
Stauroneis	5	2	1		4	2	7	
Surirella	3	2	4			11		8
Synedra	3	1		7	35		3	
TOTAL			486	408	417	401	403	454
IDG			3,59	4,46	4,12	3,72	3,74	3,79

**Cuadro 10:** Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona Coyona.

**ZONA-3: COYONA**

DIATOMEAS	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)	E 3.1	E 3.2	E 3.3	E 3.4	E 3.5	E 3.6
Amphipleura	5	3	21	2		2	3	1
Amphora	3	2	1	14	5			
Ceratoneis	5	2				1		
Cocconeis	4	1		1	1	5		
Cyclotella	3	1			6		1	
Cymbella	5	1	23	186	49	125	25	107
Fragilaria	4	1	67	48	82	24	133	19
Frustulia	5	2	1					
Gomphonema	3	2	4	38	118	56	2	18
Gyrosigma	4	3	5					
Hantzschia	1	3	2					
Melosira	3	1	221	176	183	200	181	228
Navicula	1	1	21	6	30	20	80	35
Nitzschia	1	1	8	6	10	1	1	3
Pinnularia	4	3		1		1		
Rhoicosphenia	4	1	2	6	4	7	2	
Stauroneis	5	2	5	2	4	2	1	
Surirella	3	2	3					
Synedra	3	1	17			15	9	18
TOTAL			401	486	492	459	438	429
IDG			3,53	3,80	3,29	3,59	3,46	3,52

**Cuadro 11:** Valores del IDG en las estaciones de muestreo de la zona los Ranchos.

**ZONA-4: LOS RANCHOS**

DIATOMEAS	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)	E 4.1	E 4.2	E 4.3	E 4.4	E 4.5	E 4.6
Achnanthes	5	1	1	6				
Amphipleura	5	3	20	1	14	19	17	24
Amphora	3	2	1	3	6			
Cocconeis	4	1	27	50	39	2	9	4
Cyclotella	3	1			5	1		2
Cymbella	5	1		23	57	15		139
Diploneis	5	1		1				
Epithemia	5	2		10		1	1	
Eunotia	5	1	7	7				
Fragilaria	4	1	103	117	14	11	2	5
Gomphonema	3	2	19	37	49	190	9	18
Gyrosigma	4	3	4	1	3	4		14
Hantzschia	1	3	1					
Melosira	3	1	87	38	49	120	4	10
Navicula	3	1	85	78	136	35	346	124
Nitzschia	1	1	59	18	9	1	6	4
Pinnularia	4	3	3		2	3		25
Rhoicosphenia	4	1	30	5	29	1	18	25
Rhopalodia	4	1				57		
Stauroneis	5	2	4	7	3	2		1
Surirella	3	3		2				
Synedra	3	1		1	28	6	6	59
TOTAL			451	405	443	468	418	454
IDG			3,39	3,61	3,54	3,35	3,27	3,95